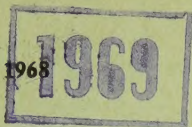


FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1968



N°

101

THÈSE
POUR LE
DOCTORAT EN MÉDECINE
(Diplômé d'État)

par
Mademoiselle Yvette SAUVAGE
(née le 30 Juin 1933 - Paris - 19^e)

Présentée et soutenue publiquement le 19.....

QUELQUES APPLICATIONS DES ORDINATEURS
DANS LE DOMAINE MÉDICAL

Président : C. KELLERSHOHN , Professeur

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

THÈSE
POUR LE
DOCTORAT EN MÉDECINE
(Diplômé d'État)

par
Mademoiselle Yvette SAUVAGE
(née le 30 Juin 1933 - Paris - 19^e)

Présentée et soutenue publiquement le 19.....

QUELQUES APPLICATIONS DES ORDINATEURS
DANS LE DOMAINE MÉDICAL

Président : C. KELLERSHOHN , Professeur

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNUÉ 1888

THÈSE

PRÉSENTÉE

DOCTORAT EN MÉDECINE

PAR

et

Monsieur J. SAVATZKY

Docteur en Médecine

18

Présentée et soutenue publiquement le



ONTOLOGIE APPLICATIONS DES ORGANISMES

DANS LE DOMAINE MÉDICAL

Par J. SAVATZKY

Imprimé par

- A mes parents,

En témoignage de ma gratitude

- A ma soeur et mon beau-Frère

Avec toute mon affection

- A mes Maitres de Faculté

ET à TOUS mes Amis.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552220_0040

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. ALAJOUANINE (T.), BENARD (H.) BERNARD (E.), BINET (L.) BULLIARD (H.)
 CATHALA (J.), CHABROL (E.), CHAILLEY-BERT (P.), CHEYMOL (J.), DEBRE (R.)
 FEY (B.), GALLIARD (H.), GAUDART D'ALLAINES (F. de) GENNES (L. de) GIROUD (A.)
 HAZARD (R.) HEUYER (G.) LAROCHE (G.) LAVIER (G.) LELONG (M.) LEVY (Melle J.)
 LEVY-SOLAL (E.), LIAN (C.) MARCHAL (G.) MATHIEU (P.) Monod (R.), MOREAU (R.)
 MOULONGUET (P.) PASTEUR VALLERY-RADOT, PETIT-DUTAILLIS (D), PIEDELIEVRE (R.)
 QUENU (J.) RENARD (G.) SENEQUE (J.) STROHL (A.), TANON (L.) VERNE (J.)

DOYEN	Georges BROUET
1 ^{er} Assesseur	Daniel BARGETON
2 ^o Assesseur	Jean GOSSET

I.- PROFESSEURS

1°- CHAIRES DE SCIENCES FONDAMENTALES

a) Professeurs titulaires :

	MM.
Anatomie	DELMAS (A.)
-	HUARD (P.)
Anatomie et cytologie pathologiques	DELARUE (J.)
Anesthésiologie	VOURC'H (G.)
Bactériologie et virologie	TOURNIER (P.)
Biochimie médicale	JAYLE (M.F.)
-	POLONOVSKI (J.)
-	DESGREZ (P.)
Biologie appliquée à l'Education physique et aux Sports.	MALMEJAC (J.)
Biologie médicale	FAUVERT (R.)
Biophysique médicale	BUGNARD (L.)
-	DOGNON (A.)
-	DJOURNO (A.)
Cancérologie expérimentale	MATHE (G.)
Chimie pathologique	SCHAPIRA (G.)
Génétique fondamentale	LEJEUNE (J.)
Histoire de la médecine et de la chirurgie	COURY (Ch.)
Histologie et Embryologie	TUCHMANN-DUPLESSIS
-	GOUJARD (R.)
Hygiène et médecine préventive	BOYER (J.)
Médecine du travail	DESOILLE (H.)
Médecine légale, Droit médical et déontologie	DEROBERT (L.)
Microbiologie (bactériologie et virologie).	FASQUELLE (R.)
Parasitologie	N...
Pathologie chirurgicale	LAURENCE (G.)
-	KUSS (R.)
-	VERNE (J.M.)
Pathologie exotique	BRUMPT (L.C.)
Pathologie expérimentale et comparée	MERKLEN (F.P.)
Pathologie médicale	LAROCHE (Cl.)
-	BRICAIRE (H.)
-	PEQUIGNOT (H.)

Pathologie respiratoire
 Pathologie et thérapeutique générales
 Pharmacologie
 -
 Physiologie
 -
 Physiologie et pathologie obstétricales
 Radiologie médicale
 Technique chirurgicale et chirurgie expérimentale
 Thérapeutique
 Thérapeutique appliquée

TURIAF (J.)
 MAURICE (P.)
 BOISSIER -(J.R.)
 LECHAT (P.)
 BARGETON (D.)
 PARROT (J.)
 LEPAGE (F.)
 DESGREZ (H.)
 N....
 LAMOTTE (M.)
 N ...

b) Professeurs à titre personnel :

Anatomie
 Anatomie anthropologique
 Anatomie pathologique
 Bactériologie
 Biochimie médicale
 Biologie médicale
 Parasitologie
 Pathologie expérimentale
 Physiologie

 Physique médicale

CABROL (Ch.)
 OLIVIER (G?)
 NEZELOF (Ch.)
 BARBIER (P.)
 DREYFUS (J.Cl.)
 BOURLIERE (F.)
 LARIVIERE (M.)
 LOEPER (J.)
 (DEJCURS (P.)
 (SCHERRER (J.)
 (KELLERSHOHN (L.)
 (GOUGEROT (L.)
 (ROUCAYROL (J.Cl.)
 (TUBIANA (M.)

Radiologie médicale

FISCHGOLD (H.)

2°- CHAIRES DE SCIENCES CLINIQUES

a) Professeurs titulaires :

Clinique carcinologique
 Clinique carcinologique chirurgicale (Necker) ..
 Clinique cardiologique (Broussais)
 - - (Boucicaut)

DENOIX P.
 REDON (H.)
 SOULIE (P.)
 LENEGRE (J.)

Cliniques chirurgicales. { Beaujon
 { -
 { Cochin
 { Hôtel Dieu
 { St. Antoine
 { Salpêtrière
 { Tenon

LORTAT-JACOB (J.L.)
 BAUMANN (J.)
 LEGER (L.)
 PATEL (J.)
 GOSSET (J.)
 SICARD (A.)
 OLIVIER (Cl.)

Clinique chirurgicale orthopédique et traumatolo-
 gique (Cochin) (Foch)
 " " " " " (Beaujon)
 " " " " " (Beaujon)
 Clinique de chirurgie infantile et orthopédique
 (Enfants-Malades)

MERLE d'AUBIGNE (R.)
 PADOVANI (P.)
 CAUCHOIX (J.)

 FEVRE (M.)

Clinique de chirurgie cardio-vasculaire (Broussais)...	DUBOST (Ch.)
Clinique de chirurgie thoracique (Laennec)	MATHEY (J.)
Clinique dermatologique (Saint-Louis)	DUPERRAT (F.)
Clinique endocrinologique (Pitié).	DECOURT (J.)
Clinique de Génétique médicale (enfants-Malades). . .	LAMY (M.)
Clinique chirurgicale et gynécologique (Broca)	HUGUIER (J.)
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques (St.Louis)	DEGOS (R.)
Clinique des maladies des enfants (Enfants-Malades). .	TURPIN (R.)
Clinique des maladies infectieuses (Claude-Bernard). .	MOLLARET (P.)
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale (Sainte Anne)	DELAY (J.)
Clinique des maladies du sang (Broussais)	BERNARD (J.)
Clinique des maladies du système nerveux (Salpêtrière)	CASTAIGNE (P.)
	DEPARIS (M.)
	MILLIEZ (P.)
	N.....
	BARIETY (M.)
	DREYFUS (G.)
	CONTE (M.)
	KOURILSKY (R.)
	BOUDIN (G.)
	DEBRAY (Ch.)
	MARIE (J.)
	JUSTIN-BESANCON
	DEROT (M.)
	HAMBURGER (J.)
	DAVID (M.)
	GARCIN (R.)
	LACOMME (M.)
	MERGER (R.)
	VARANGOT (J.)
	OFFRET (G.)
	BREGEAT (P.)
	AUBRY (M.)
	MOZZICONACCI (P.)
	THIEFFRY (S.)
	BROUET (G.)
	MICHAUX (L.)
	COSTE (F.)
	SEZE (S. de)
	DECHAUME (M.)
	ROUX (M.)
	LEMAIRE (A.)
	GAULTIER (M.)
	JUDET (R.)
	ABOULKER (P.)
	COUVELAIRE (R.)
	LAPLANE (R.)
	DOMART (A.)
Cliniques médicales	
(Bicêtre	
(Broussais	
(Cochin	
(Hôtel Dieu	
(Pitié	
(Saint-Antoine. . .	
(Saint-Antoine . .	
(Saint-Antoine . .	
Clinique d'hydrologie et de climatologie (Bichat). . .	
Clinique médicale infantile et pédiatrie sociale (enfants-Malades)	
Clinique médicale propédeutique (Broussais)	
Clinique médico-sociale du diabète et des malades métaboliques (Hôtel-Dieu)	
Clinique néphrologique (Necker)	
Clinique de neuro-chirurgie (Pitié)	
Clinique neurologique (Salpêtrière)	
Baudelocque	
Cliniques obstétricales..... Saint-Antoine	
Clinique obstétricale et gynécologique (Port-Royal). .	
Clinique ophtalmologique (Hôtel-Dieu)	
- - (Cochin)	
Clinique oto-rhino-laryngologique (Lariboisière) . . .	
Clinique de pédiatrie (Trousseau)	
Clinique de pédiatrie et de puériculture (St Vincent de Paul).	
Clinique de pneumo-phtisiologie (Laennec)	
Clinique de neuro-psychiatrie infantile (Salpêtrière)	
Clinique de rhumatologie médicale et sociale (Cochin)	
Clinique de rhumatologie (Lariboisière)	
Clinique stomatologique (Salpêtrière)	
Clinique thérapeutique chirurgicale (Vaugirard) . . .	
Clinique thérapeutique médicale (Saint Antoine) . . .	
Clinique toxicologique (F. WIDAL)	
Clinique traumatologique et orthopédique (R.Poincaré)	
Clinique urologique (Cochin)	
" " (Necker)	
Hygiène et clinique de la première enfance (Trousseau)	
Séméiologie médicale (A. CHantin)	

Séméiologie médicale (Lariboisière)	BOUVRAIN (Y.)
" " (Pitié)	RAMBERT (P.)
" " (Rothschild)	WOLFROMM (R.)
Séméiologie et clinique chirurgicale (Broussais) . . .	POILLEUX (F.)

b) Professeurs à titre personnel :

Hématologie	ANDRE (R.) BOUSSER (J.)
Hydrologie et climatologie	GIBERTON (A.)
Maladies infectieuses	BASTIN (R.) (AZERAD (E.) (BOUR (H.) (CAROLI (J.) (DREYFUS (B.) (GROSSIORD (A.) (LAMBLING (A.) (LAUNAY (Cl.) (PAYET (M.) (PERRAULT (M.) (SIGUIER (F.) (WORMS (R.)
Médecine	
Néphrologie	Richet (G.)
Neuro-chirurgie	LE BEAU (J.)
Neurologie	LHERMITTE F.
Neuro-psychiatrie	PICHOT (P.)
Oto-Rhino-Laryngologie	MADURO (R.)
Pédiatrie	POLONOVSKI (Cl.) ROYER (P.)
Pneumo-phtisiologie	KREIS (B.) MEYER (A.)
Rhumatologie	DELBARRE (F.)

II.- PROFESSEURS SANS CHAIRE

Anatomie pathologique	GOUYGOU (Ch.)
Bactériologie	CHRISTOL (D.) CARTIER (P.)
Biochimie médicale	CONNARD (P.) NORDMANN (J.) HARTMANN (L.)
Biologie médicale	CERBONNET (G.)
Chirurgie	BILSKI-PASQUIER
Hématologie	DUPONT (V)
Maladies infectieuses	TARDIEU (G.)
Neuro-psychiatrie	ROSSIER (A.)
Pédiatrie	
Physique médicale	COURSAGET (J.) GREMY (F.)
Physiologie	GIRARD (Fr.)
Stomatologie	CHAPUT (Mme A.)

III.- PROFESSEURS DETACHES DANS LES UNIVERSITES ETRANGERES

Bactériologie	HAUDUROY (P.) Pr.s.
Pathologie chirurgicale	RUDLER (J.)

IV.- PROFESSEURS ASSOCIES

Hormonologie	MORICARD (R.)
Statistique médicale et épidémiologique	SCHWARTZ (D).

=====

Secrétaire général de la Faculté	M. LENA (J.)
Conseiller administratif	Melle CHAINTREUIL
Conservateur en Chef de la Bibliothèque	
Conservateur du Musée d'Histoire de la Médecine	M. le Docteur HAHN (A)
Conservateurs	Melles DUMAITRE (P.), LAURENT (H.) LE NOIR (G.)
Bibliothécaires	Mmes CONTET (J.) FORGET (F.) Melles DUROZOY (MF) ROBERGE (D.) Dr SCHILLER (J.)

=====

QUELQUES APPLICATIONS DES ORDINATEURS

DANS LE DOMAINE MEDICAL

P R E F A C E

Parler d'ordinateur ne présente, de nos jours, aucune difficulté. Mais vouloir l'associer à la médecine fera certainement s'élever de nombreuses protestations dans les milieux médicaux, qui voient cette "intrusion" comme un peu révoltante et hors de propos.

Précisons tout d'abord que dans les nombreux domaines qu'embrasse la Médecine, l'intervention de l'ordinateur sera plus ou moins importante et ne se produira que là où le cerveau humain a besoin de prolongements. Il n'est en aucune façon question de discuter du problème de substitution de l'homme par la machine, mais de continuation de la pensée humaine à travers l'ordinateur grâce aux qualités de vitesse et de capacité illimitée qu'elle nous offre. Au contraire, le médecin, le biologiste, le savant devront être de plus en plus précis dans leurs travaux respectifs puisque ce sont eux qui fourniront le matériau, les éléments de base à l'ordinateur.

La médecine, d'autre part, est une science sans cesse en mouvement ; elle a besoin d'évoluer très vite. Le nombre d'informations sans cesse croissant l'a naturellement orientée vers un système capable de les utiliser de manière rationnelle, permettant de tirer des conclusions rapides. En effet le bénéficiaire de ce projet n'est autre que le malade, un homme qui vit dans l'espoir de sa **guérison** et que nous devons contenter au maximum de nos possibilités.

Il n'est pas question de traiter de détail, dans cet ouvrage de toutes les applications existantes et possible de l'ordinateur dans la sphère médicale.

Nous commencerons d'abord par démystifier l'ordinateur, en donnant quelques notions sur ce que l'on appelle le traitement de l'information par ordinateur.

.../..

Ensuite un chapitre sera consacré au domaine documentation-diagnostic, un autre au domaine hospitalier, un troisième enfin à celui de la recherche médicale et de l'enseignement.

Nous verrons ensuite d'après ce bien petit bilan par rapport à ce qui existe déjà, quelles sont les conclusions logiques et pratiques et quelles critiques en découlent aussi - voire quelles réserves sont à suggérer.

PLAN de l'OUVRAGE

INTRODUCTION.—

CHAPITRE I.- DEMYSTIFICATION DE L'ORDINATEUR

Aperçu sur le traitement de l'information

Le calcul numérique et le traitement de l'information

Les différentes catégories d'ordinateur

Le programme et la programmation.

CHAPITRE II.- DOCUMENTATION MEDICALE et DIAGNOSTIC

Documentation : aisée de l'information médicale et ses problèmes:archivage et mise en valeur des données acquises

Intérêt sur le plan individuel : littérature

à l'échelon d'une population.

Diagnostic : Définition et problèmes s'y rattachant

Classification des observations

Analyse des données cliniques en vue du diagnostic

Relation diagnostic - thérapeutique

Conclusion : Meilleure et plus **pleine** utilisation des connaissances

Plus grande objectivité

Economie de temps profitable au malade et au médecin.

CHAPITRE III.—DOMAINE HOSPITALIER

Shéma général des différents secteurs intéressés et du

circuit emprunté par l'information

Point de vue Médical : Traitements médicaux

chirurgicaux (anesthésie
(réanimation

Soins et surveillance :

Extension aux services de santé Publique

- dépistage

- dispensaire

- Centres scolaires et universitaires

Plan Administratif :

Rationalisation : des fonctions hospitalières aboutissant à une gestion optima dans l'intérêt du malade et du personnel hospitalier.

- soins et services attachés (Laboratoires - Radio
(Bloc opératoire
(Mécanothérapie
- fournitures (Pharmacie
(Approvisionnement général
- comptabilité (facturation des soins
(paye du personnel
(frais d'entretien et de gestion
- Supervision complète de l'ensemble de l'exploitation
(personnel
(aménagement des locaux

CHAPITRE IV. - RECHERCHE ET ENSEIGNEMENTS : DOMAINES INTERDEPENDANTS.

Recherche : Analyse des systèmes biochimiques

Acides aminés

Tissus

Chromosomes etc..

Synthèse des mêmes systèmes : simulation

Applications aux différents appareils

Interrelations entre les phénomènes
vitaux.

Etude des paramètres physiologiques à l'échelon
Santé Publique.

Enseignement :

Avantage de documentation abondante sous faible
volume

Enseignement programmé : avantages, inconvénients,

Conclusion.

CHAPITRE V.- CONCLUSION

Bilan Général

Importance du facteur temps pour le malade et pour le Médecin

Orientation nouvelle de la médecine, tout en respectant certaines réserves, **vers** une science quantitative.

CHAPITRE I

DEMYSTIFICATION de L'ORDINATEUR

La Presse parlée ou écrite a décrit, depuis quelques temps, les performances des calculateurs électroniques en des termes aussi peu exacts qu'enthousiastes, si bien que dans la plupart des milieux s'est implantée la légende des "Cerveaux électroniques" au fonctionnement mystérieux. En réalité, les ordinateurs loin de remplacer l'homme dans ses facultés créatrices, permettent simplement aux techniques de s'adapter à la complexité et à la diversité des problèmes toujours croissants qu'elles soulèvent. Nous voyons alors tout l'intérêt qu'un tel système peut présenter dans la sphère médicale.

Ce n'est que dans la langue française que les calculateurs électroniques portent le nom d'ordinateurs. C'est un terme qui a été proposé par Louis de BROGLIE et le Professeur PERRET pour traduire l'expression, de langue anglaise, plus longue mais plus précise "machines électroniques à traiter l'information" (Electronic data processing machines, sous le sigle EDPM)

Notions ou Aperçu sur le traitement de l'information.-

La matière première utilisée par l'ordinateur est l'information(1) celle-ci est quelque chose de plus subtil, de moins palpable que la matière inerte utilisée par les machines outils de l'industrie.

Nous distinguons trois étapes dans le traitement de cette information : la saisie, le traitement proprement dit et la sortie d'une nouvelle information.

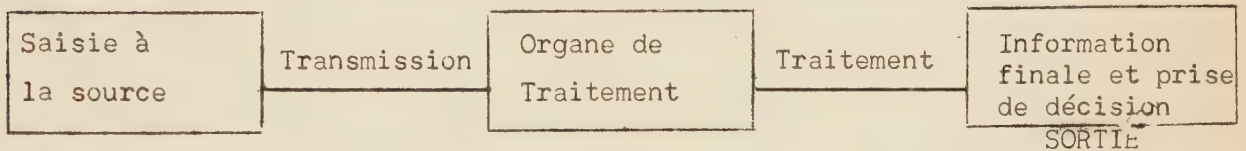
1ère étape : Saisie de l'information, c'est à dire son enregistrement dès son apparition sans modification de son interprétation : par exemple, saisie de la température du corps par l'indication donnée sur le thermomètre médical.

2ème étape : traitement proprement dit de l'information (2) transmise à un organe adéquat (ou à un individu), elle sera mise sous forme facile à interpréter par cet organe : pour reprendre le même exemple, constitution

d'une feuille de température qui sera transmise au médecin traitant. L'information sera alors soumise à des calculs, à des regroupements et des comparaisons avec d'autres informations relatives au même sujet : en ce qui concerne la feuille de température, rapprochement avec des symptômes ressentis par le malade et en rapport avec le diagnostic primitivement établi.

3ème étape : Sortie d'une information nouvelle, à la suite de ce traitement et en résultant, information plus efficace, plus précise, donc plus utile : dans le cas pris pour exemple une prescription médicale définitive.

Les trois étapes peuvent donc se résumer par le schéma suivant :



Un système d'information simple : le calcul numérique

Enregistrer des informations numériques, traiter les nombres pour obtenir d'autres informations numériques plus utiles telles que des sommes, des différences, des produits ou des quotients, a été l'une des premières préoccupations des hommes. Certains moyens propres à accélérer les calculs étaient déjà connus des Grecs dans l'Antiquité. Les premières machines à calculer automatiques ont été inventées par PASCAL en 1642, elles ne permettaient que l'addition et la soustraction. En 1667, LEIBNITZ, en inventa d'autres capables d'effectuer des multiplications et des divisions. Mais la première étape dans le traitement de l'information numérique a été franchie, en 1889, avec l'apparition de la carte perforée utilisée par le Docteur Hermann HOLLERITH. L'idée nouvelle consistait à saisir les informations numériques sous forme de perforations pratiquées dans des zones bien déterminées de cartes, puis à utiliser ces perforations, pour mettre en action des machines destinées à traiter automatiquement l'information, et conçues à l'origine pour effectuer des classements et des dénombrements rapides (comme le recensement de 1890 aux U.S.A.)

Les premières machines à cartes perforées ont reçu, en l'espace de cinquante ans, de nombreux perfectionnements. Outre les opérations de tri et de dénombrement, les perforations de la carte ont permis un véritable traitement de l'information par la mise en oeuvre de calculatrices, d'interclasseuses et de tabulatrices, imprimant à la vitesse de 180 lignes à la minute, les divers résultats numériques complétés par l'indication de rubriques alphabétiques.

En dépit de ces perfectionnements, des augmentations de vitesse obtenues, la perforation restait toujours un moyen assez grossier de saisie de l'information, sujet à des erreurs de report à partir des documents de base, et surtout très lent. Une timide application de l'électronique a permis d'utiliser la carte elle-même comme document de base : les informations numériques étaient portées sur la carte, au lieu même de leur apparition, sous forme de traits de crayon. Ces traits constituant des conducteurs faibles, le courant qui les traversait était amplifié par une triode, devenant ainsi capable de faire fonctionner un électro-aimant de perforation ; la calculatrice électronique de la première génération était née.

Introduction du système binaire

Nous avons pour habitude de calculer en système décimal, c'est à dire en système de numération à base 10, chaque tranche d'un nombre correspondant aux puissances successives de 10. Par exemple le nombre $3627 = (7 \times 10^0) + (2 \times 10^1) + (6 \times 10^2) + (3 \times 10^3)$.

Le système binaire utilise, lui, un système dans lequel les tranches successives d'un nombre correspondent aux puissances de 2 Offrant la particularité de n'utiliser que deux chiffres 0 et 1. A titre d'exemple voici les 15 premiers chiffres décimaux écrits en système binaire.

0	0000	10	1010
1	0001	11	1011
2	0010	12	1100
3	0011	13	1101
4	0100	14	1110
5	0101	15	1111

6	0111
7	0111
8	1000
9	1001

On assigne à l'état conducteur la valeur 1 et à l'état non conducteur la valeur 0. Connaissant par ailleurs la propriété de la lampe triode de posséder deux états d'équilibre stable, conducteur et non conducteur et de pouvoir passer de l'un à l'autre état, on a pu, grâce à des combinaisons de tubes électroniques, de type triode, constituer des dispositifs capables de calculer en système binaire, et ce à une vitesse voisine de celle de la lumière. Les grandes calculatrices électroniques étaient alors nées.

La conjugaison de l'arithmétique binaire et de la commutation électronique a ainsi permis la mise au point et la réalisation d'unités de calcul pouvant exécuter en quelques microsecondes les quatre opérations fondamentales de l'arithmétique. (Fig. n° 1)

Le Calculateur électronique et son fonctionnement.-

Pour une telle réalisation, et pour que ce calculateur soit équilibré, une unité de calcul ultra rapide n'était pas suffisante. Un problème d'alimentation en données et à la même cadence se pose alors, ainsi que celui de la sortie des résultats, toujours à la même cadence. Il faut donc des dispositifs d'entrée et de sortie aptes à travailler à ce même rythme. De plus, il faut également prévoir quelles sont les opérations à exécuter par cette unité de calcul, ce qui constitue la programmation, composée d'une suite d'instructions qu'on délivre à l'unité de calcul, traduites dans un langage qui lui est accessible c'est à dire le langage numérique.

Après avoir établi le programme, il faut l'"entrée" dans l'ordinateur à la cadence même du calcul, et pour cela, on l'enregistre à l'avance dans une mémoire, qui n'est autre qu'un magasin de chiffres à possibilité de restitution rapide. La mémoire est un élément essentiel d'une calculatrice électronique, appelée à diverses fonctions comme nous le verrons par la suite. On ne saurait trop insister sur

ctions	E. T.	O. U.	P A S
bole phique			
ression ébrique	$C = A \cdot B$	$C = A + B$	$B = \overline{A}$
lisation lectronique			

Les trois fonctions logiques fondamentales.

A	B	C
0	0	0
0	1	0
1	1	1
1	0	0

$$C = A \cdot B.$$

A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	1	1
1	0	1

$$C = A + B$$

A	B
0	1
1	0

$$B = \overline{A}$$

Figure n° 1

l'importance de l'établissement du programme, car les résultats obtenus vaudront ce que vaut la programmation.

Enfin, il est nécessaire de prévoir une nunité centrale de contrôle et de régulation, commandant l'intervention des différentes unités, et jouant le rôle de "dispatching" pour la circulation des nombres binaires à travers les divers éléments de l'ordinateur.

Il en résulte qu'un ordinateur, quelles qu'en soient les dimensions et la puissance, correspond toujours au schéma de base extrêmement simple, indiqué à la figure n° 2 (ci-dessous) et qui met en évidence qu'il s'agit bien d'une machine à traiter l'information.

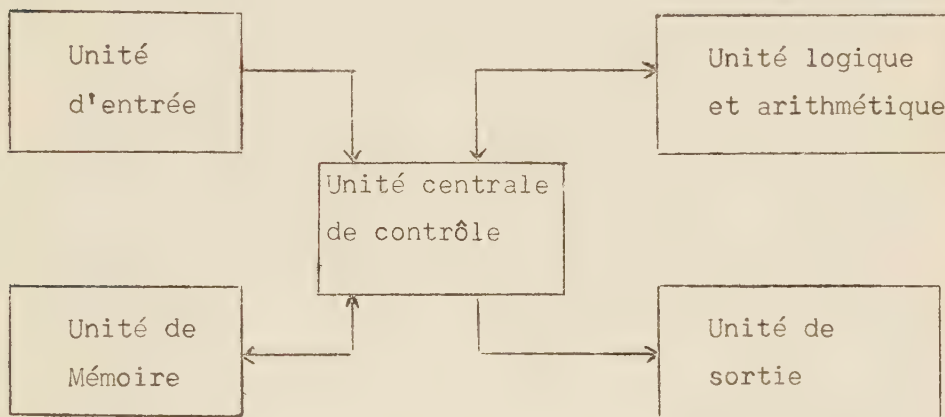


Figure n° 2 (4)

A noter que l'unité arithmétique a été également nommé unité logique, car le système binaire permet de réaliser par des circuits simples certaines opérations logiques, comme indiqué sur le tableau (Fig. n° 3) et qui confèrent ainsi à l'ordinateur une puissance de décision ; à condition qu'elle ait été prévue par la programmation.

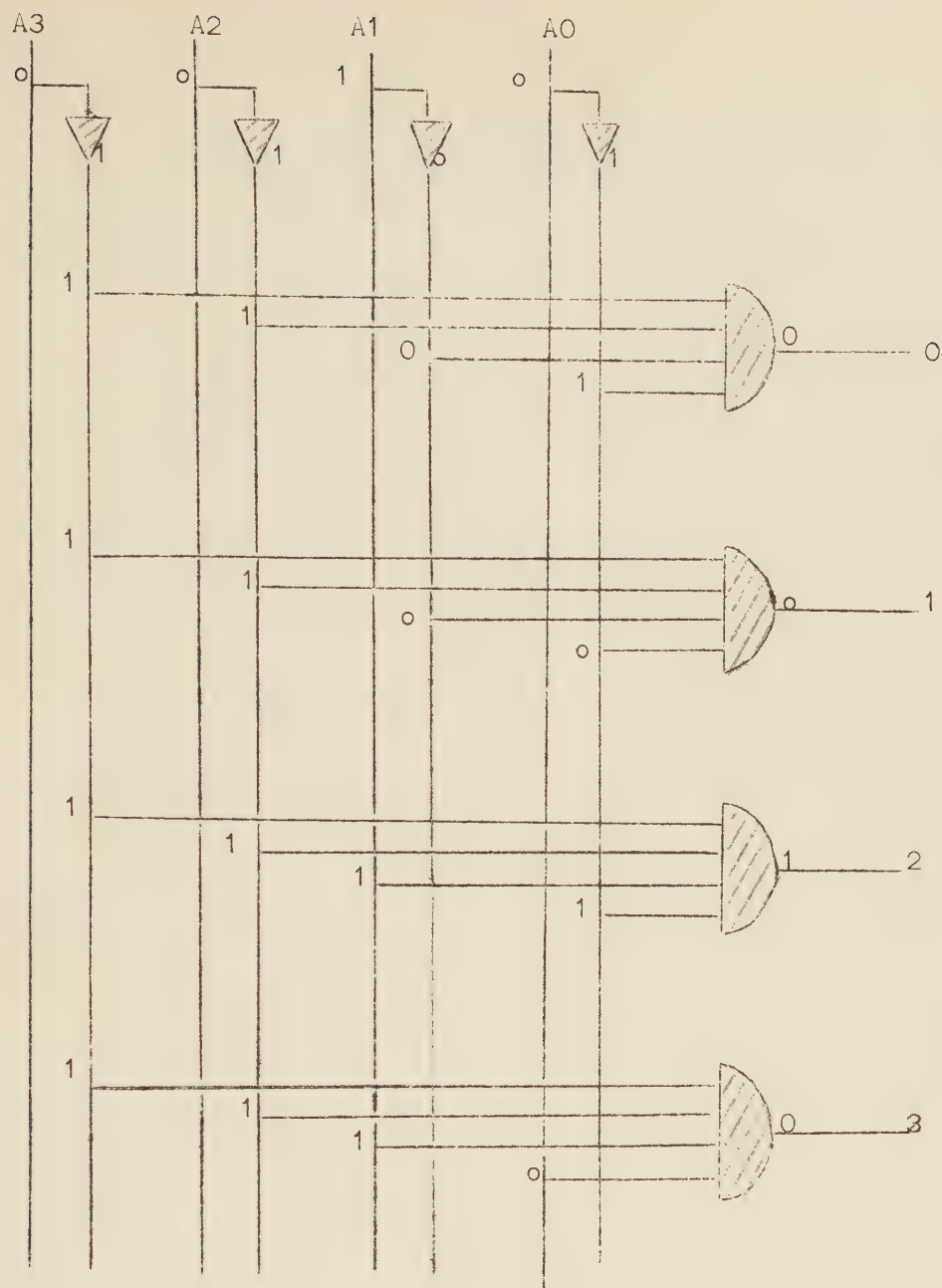


Schéma du circuit de conversion du binaire en décimal.

Le signal à chaque sortie à droite est un 0, à moins que toutes les entrées soient égales à 1, ce qui est vrai pour le circuit 2.

Ce circuit comporte 4 circuits "et" et 4 circuits "pas".

Quant aux ordinateurs de la deuxième génération, ils ont été construits exactement sur le même schéma, que les précédents. Mais s'il a été relativement facile de réaliser une unité arithmétique et logique au moyen de circuits comprenant des tubes électroniques, des problèmes concernant les unités d'entrée et de sortie ont été plus difficiles à résoudre.

Pour l'entrée (3), on ne disposait au début, que de cartes perforées dont la vitesse d'alimentation ne dépassait par 150 cartes à la minute ; et il en était de même pour la sortie. La mémoire dans les premiers ordinateurs était également composée de tubes électronique. On en est venu alors rapidement à l'utilisation, pour ces différents types d'unités, de la bande magnétique, sur laquelle on transposait par avance les informations transcrites sur les cartes perforées.

Mais lorsqu'on a voulu augmenter, soit la capacité, soit la rapidité des diverses unités de ces ordinateurs, on s'est heurté à des problèmes insolubles d'encombrement, de dégagement de chaleur, et surtout de manque de sécurité. De plus, les rapides progrès de la technique électronique ont conduit à abandonner ce type de calculateurs. Nous n'insisterons donc pas sur leur description.

Dans les ordinateurs de la troisième génération, les transistors ont pris la place des tubes électroniques, **grcs** consommateurs d'énergie et responsables d'échauffements les exposant à des défaillances. Cette technique des circuits imprimés a réduit le prix de revient. On voit alors l'importance et la place essentielle de cette miniaturisation qui domine la troisième génération d'ordinateurs. On a pu en faire varier les dimensions, la puissance et la capacité dans de très larges limites, les mettant ainsi à la portée des groupements modestes, comme des organismes plus importants.

Certes, si la dimension des diverses unités a été considérablement réduite, le nombre des unités périphériques constituant le "Hardware" système, a beaucoup augmenté, mais la fonction de ces différentes unités rentrent toujours dans le rectangle du schéma fondamental.

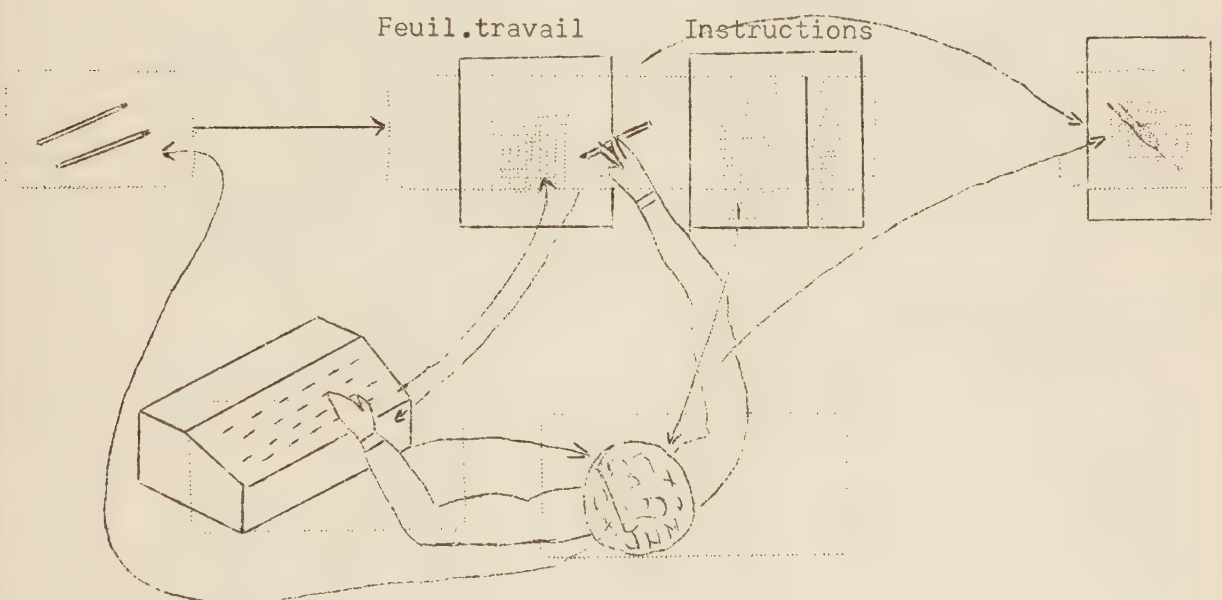
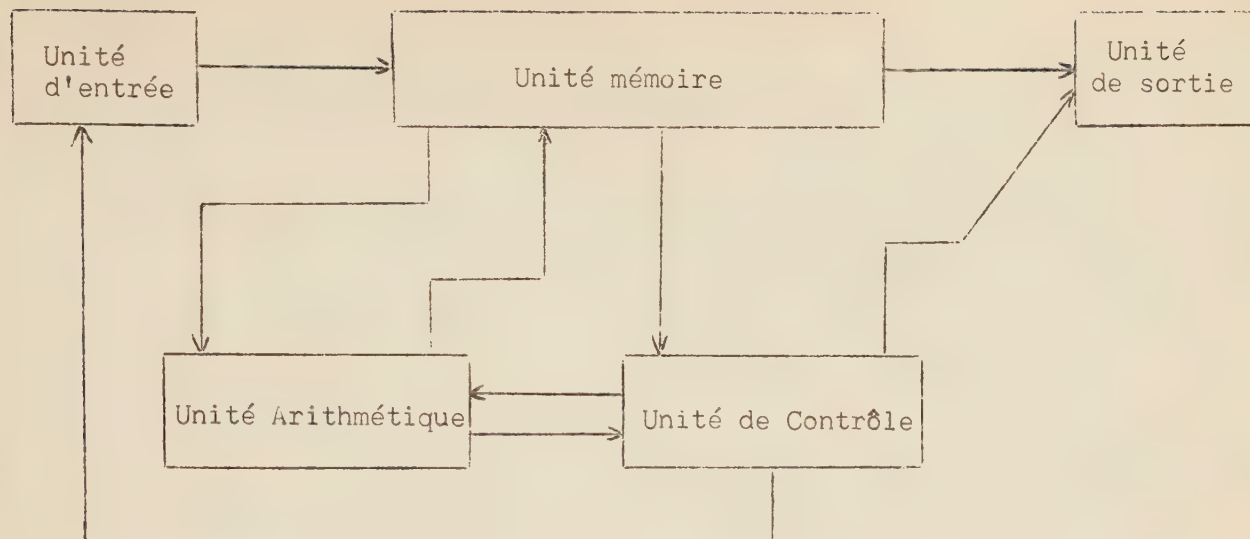
Description des diverses unités :

1.- Les mémoires : La vitesse des ordinateurs, leur capacité ainsi que leur prix de revient dépendent du type de mémoire utilisé, et en particulier du temps d'accès et de la vitesse de restitution du magasin de chiffres dont elle est constituée.

La mémoire la plus rapide et la plus onéreuse, mais indispensable à l'unité arithmétique et logique est celle à ferrite, constituée de petites perles d'oxyde magnétique enfilées au milieu d'un réseau conducteur et pouvant enregistrer 0 ou 1 selon leur polarité. Les mémoires ont également été très miniaturisées ; le diamètre des ferrites a été réduit à 0,5 mm. et le temps d'accès moyen ramené de 15 p.s. à 0,5 p.s. Les éléments de mémoire se présentent sous forme de galettes amovibles et interchangeables, empilées les unes sur les autres.

Le milieu mémoire le plus utilisé est la bande magnétique. C'est un ruban de matière plastique, du nylon par exemple, revêtu d'un oxyde magnétique, ainsi que le ruban d'un magnétophone. Épaisses de quelques dixièmes de mm. ces bandes atteignent une longueur de 700 m. On peut inscrire sur ces bandes jusqu'à 320 caractères binaires par centimètre et la vitesse de lecture peut varier entre 15.000 et 65.200 caractères/seconde. Ce type de mémoire constitue par excellence les mémoires "archives" et "programme". On peut connecter à l'ordinateur le nombre d'unités de bandes magnétiques correspondant à la capacité de mémoire que l'on veut obtenir. Il existe également des unités périphériques permettant de reporter sur bandes magnétiques les indications de cartes perforées de type normal et inversement.

Un autre type de mémoire : la mémoire à disque, dont l'aspect extérieur rappelle celui des juke-box, des disques d'aluminium recouverts d'oxyde métallique, sur leurs deux faces, enregistrent sur leurs sillons des spots magnétiques + (1) ou - (0). Cinquante disques sont enfilés sur un même axe qui est le rotor vertical d'un moteur électrique en rotation continue. Chaque information binaire peut ainsi être rapidement atteinte sur 3 dimensions : en hauteur par un bras d'exploration qui recherche l'une des cent faces de la pile de disques, puis en coordonnées polaires par une tête de lecture, double, se déplaçant suivant un rayon. En



Analogie entre le calcul effectué à la main et celui par l'ordinateur.

(les flèches indiquent le sens du flux de l'information.)

Figure n° 4 (5)

augmentant le nombre de bras, on peut d'ailleurs, en augmenter la vitesse d'accès et de restitution. Ceci constitue la "mémoire à accès au hasard".

Les recherches continuent toujours pour augmenter la capacité et le temps d'accès des mémoires ; c'est ainsi qu'on essaie, à l'heure actuelle, d'utiliser la superconductivité pour réaliser des mémoires "circulantes".

Les Unités d'entrée et de sortie (3)

Conçues suivant le même principe, elles sont, bien entendu, utilisées en sens inverse à chacune des extrémités.

Les cartes perforées de type normal constituent un moyen très utilisé, du fait que leur vitesse de lecture à l'entrée et de perforation à la sortie a été portée à 1000 cartes minute.

Les bandes magnétiques sont également utilisées comme unités d'entrée et de sortie, c'est à peu près le seul moyen d'entrée des programmes.

On peut également utiliser plus simplement des machines à écrire d'un type spécial, qui permettent à la sortie une impression en clair très rapide, grâce à une tête magnétique mobile.

Si on désire obtenir des résultats imprimés à une cadence rapide, on utilise des machines imprimantes très rapides. Des écrans de télévision peuvent également servir d'unité de sortie, en enregistrant des courbes ou des chiffres. Notons, enfin, que^{dans} certains services hospitaliers tels que les Allemands, on utilise, pour l'entrée, des documents établis sans transfert d'information, sous formes de marques au crayon, des lectures optiques.

Unité arithmétique et logique.

Elle comprend des circuits imprimés amovibles, partant des transistors ou capacités miniaturisées. Ces circuits sont de deux ordres, les circuits de calcul, capables d'exécuter jusqu'à 2.400.000 opérations minute et des circuits logiques déjà décrits plus haut permettant la conversion de chiffres décimaux en chiffres binaires.

Tous ces circuits sont réalisés sous forme de plaques interchangeable que l'on peut empiler pour former une unité de la capacité désirée.

L'unité arithmétique et logique comporte toujours une mémoire de travail ultra-rapide à ferrite, et de capacité adaptée à celle de l'ordinateur.

(exemple de circuit arithmétique page suivante - Fig. (5 & 6))

Unité centrale de contrôle

Elle comporte toujours les organes de commande de l'ensemble de la machine, mais elle a été allégée des voyants au néon qui matérialisaient le contenu des mémoires et des diverses unités. Elles sont pratiquement remplacées : 1) par des écrans de télévision, sur lesquels on peut faire apparaître au clair le contenu de n'importe quelle unité ou 2°) par des machines à écrire à impression rapide, qui peuvent imprimer en clair le contenu de l'organe à explorer. Ces machines jouent alors le rôle de postes d'interrogation ; particularité importante dans le domaine qui nous intéresse ; ces dispositifs d'interrogation peuvent être très éloignés de l'unité centrale. C'est ainsi que sont déjà en fonctionnement à Houston (Texas) deux centres Hospitaliers régionaux.

Les machines à écrire servent d'organes de contrôle car elles impriment tout événement anormal survenant dans le fonctionnement de l'ordinateur : erreur de programme, fin de déroulement d'une bande magnétique et ainsi de suite.

Le programme et son importance

Le remarquable ensemble que nous venons de décrire ou "Hardware", deviendrait absolument inutile si le fonctionnement de ses différents organes n'était mis en oeuvre et contrôlé par le programme ou "Software" le programme est une suite d'ordres à donner à l'ordinateur concernant le problème que l'on veut étudier, et reposent sur les données déjà connues de ce problème. Les ordres sont transmis à l'ordinateur sous forme d'instructions qui sont à introduire dans ses diverses unités.

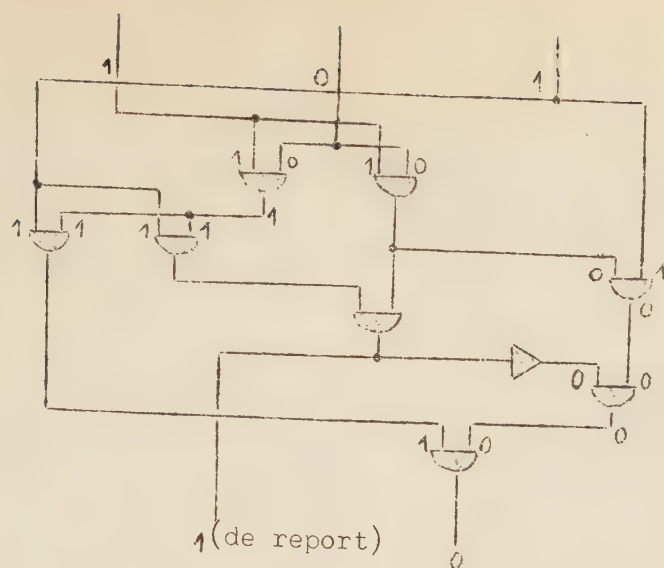


Fig. N° 5 - Circuit "Additionneur" - binaire
(addition de 2 nombres binaires à 1 chiffre et du 1 de report)

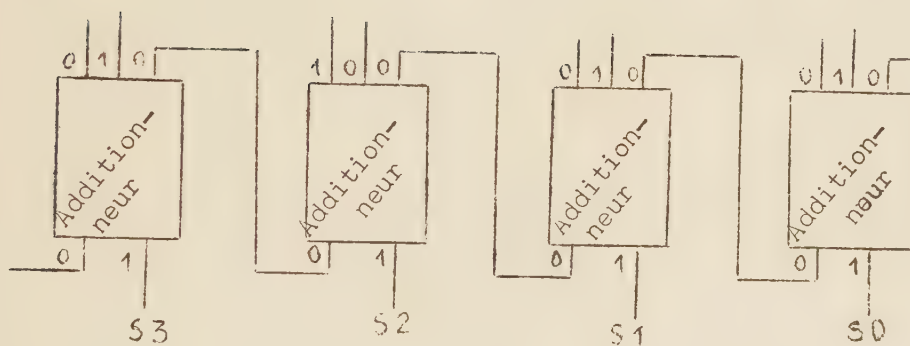


Fig. N° 6 : circuit d'addition parallèle à 4 chiffres
Composé de 4 additionneurs de type ci-dessus. Le nombre binaire 0100 (décimal 4) est additionné à 1011 (décimal 11). La somme sortant en $S_0 S_1 S_2 S_3$ est le nombre binaire 1111 (décimal 15)

Les différents processus conduisant à la réalisation et à l'organisation du programme constituent la programmation. (7) Ceci est une création purement intellectuelle, le cerveau humain ne pouvant trouver de suppléance pour ce rôle.

Avant tout, il faut avoir, évidemment, une idée très précise sur la solution du problème à résoudre puis déterminer la suite d'opérations que nécessite cette solution. Il existe plusieurs méthodes pour traduire le langage écrit en instructions "machines". Citons à titre d'exemple la FORTRAN qui est largement utilisé.

De plus un programme comprend généralement plusieurs sous-programmes entre lesquels l'ordinateur doit choisir selon les résultats numériques ou les décisions logiques de l'unité arithmétique et logique. Une fois conçu, le programme doit être testé sur la machine en utilisant un problème dont la solution est connue d'avance. Bien souvent la bonne solution n'est pas donnée au premier essai par l'ordinateur, et le programme doit être modifié, corrigé, jusqu'à ce qu'on atteigne le résultat désiré. Une erreur dans la rédaction de ce programme devient donc une véritable catastrophe. Une telle vérification préalable est donc tout à fait justifiée.

Loin de dire que les ordinateurs sont des machines qui pensent on peut plutôt conclure qu'elles font réfléchir (4). Elles ne remplacent pas le cerveau humain mais elles sont en mesure de prolonger ses facultés. C'est dans ce sens que de très nombreuses applications des ordinateurs ont été mises au point dans le domaine de la science médicale. C'est ainsi que dans ce qui va suivre nous nous limiterons à celles entrant dans le plan que nous avons donné dans notre introduction.

CHAPITRE II

DOCUMENTATION & DIAGNOSTIC

Nous avons pensé réunir dans un même chapitre ces deux rubriques, car elles nous semblent assez liées. En effet, plus la première sera riche, et capable d'être utilisée rapidement, plus le médecin aura de chances d'atteindre le diagnostic le plus précis. Cela ne veut pas dire, ainsi que nous allons le voir dans ce chapitre que seul ce domaine se trouve intéressé par la documentation.

Documentation.-

Un grand problème se pose depuis de nombreuses années : comment pouvoir recueillir, centraliser et retrouver toutes les informations médicales que l'on peut saisir, pour ensuite les utiliser de manière rationnelle à des fins diverses dans ce domaine médical, que ce soit dans un but diagnostic, éducatif, scientifique etc.. ? Et du fait du développement constant des techniques et des connaissances médicales, de l'accroissement des explorations et des expérimentations, le volume des informations recueillies n'a cessé de croître.

On a alors saisi tout l'intérêt que représentait alors l'ordinateur avec les progrès réalisés dans le sens de la miniaturisation de ses éléments mémoires. Il devenait possible de penser à une archivation sous faible volume, voire même à une bibliothèque presque complète et à jour, du fait de la rapidité de fonctionnement de la machine.

Voyons donc comment se décompose le problème de cette documentation. L'ordinateur reçoit tout d'abord les informations de son entourage par l'intermédiaire d'un programme d'instructions qui constitue le message d'entrée ; il combine et manipule les éléments de ce message avec ceux emmagasinés dans ses unités mémoire, puis il ressort vers l'entourage un message de sortie, contenant les conclusions de ses combinaisons avec sa mémoire, c'est à dire une information nouvelle.

Ce qui nous intéresse en premier lieu est la saisie des informations et leur collecte en vue d'établir un programme d'instruction. Pour être effectuée de façon rationnelle, la saisie de l'information doit se plier à certaines règles se résumant grossièrement aux réponses à ces quatre questions : lesquelles ? Quand ? Où ? et Comment ?

Tout d'abord quelles informations saisir ? : celles naturellement qui se rapportent au sujet étudié, ayant une valeur scientifique certaine et correspondant aux conditions imposées par l'attitude médicale. C'est donc la sélection première.

Ensuite quel est le moment le plus favorable ? dans la mesure du possible, l'information sera captée dès son apparition. La 3^{ème} question ~~qui est de savoir s'informer~~ où peut être liée à celle-ci, en effet l'information doit être saisie au lieu même de son apparition, ce qui démontre une fois de plus que le médecin, loin d'être écarté de la programmation, en sera la principal auteur. Dans l'établissement de la fiche d'examen du malade, son examen physique aura beaucoup plus de valeur que l'interrogatoire, qui n'est qu'une simple relation d'événements par le malade lui-même, donc éventuellement plus sujette à caution. Un souffle cardiaque ou une douleur abdominales seront mieux décrites par le médecin que par le malade qui en souffre, du fait de sa plus grande objectivité, et il le seront d'autant mieux que captés plus près de la phase critique.

Enfin, sous quelle forme présenter cette information ? En principe sous sa forme la plus simple, qui sera également la plus sûre, ne la déformant pas et permettant son traitement direct par l'ordinateur, c'est à dire sa traduction en langage binaire. C'est ce qu'a clairement exposé P. Broustet et Coll⁽⁴⁾ à la suite d'une étude concernant des malades atteints d'Infractus du myocarde ; il importe avant tout, d'établir un code numérique permettant de transcrire n'importe quel renseignement obtenu sur le sujet en question. Il s'agira d'un système unifié pour désigner les nombreuses constatations cliniques (signes ou symptômes) et de signification morbide, réunies dans une affection. Cette codification doit suivre un certain ordre : c'est l'ordre chronologique qui est généralement adopté puisque l'ordre d'apparition d'une information, d'un événement est précieux à respecter, ainsi que nous l'avons vu dans les pages précédentes.

Pour que ce code permette une large utilisation il doit être compris de tous ses utilisateurs, et interprété de la même manière par tous. Il serait donc souhaitable d'établir au préalable une nomenclature des faits et informations médicales qui soit standardisée en une sorte de glossaire universel. En effet, si l'ordinateur est capable de reconnaître différents mots pour exprimer la même idée, il ne peut, par contre, différencier plusieurs idées exprimées par le même mot. Ceci est important pour planifier les faits médicaux venus de sources différentes. Il faut regrouper en un système fixe les différentes informations relatives à un sujet déterminé, ce qui implique nécessairement que tous les hommes de la sphère médicale, médecins, chercheurs et autres, utilisent le même vocabulaire lorsqu'ils parlent des mêmes choses.

D'autre part, rappelons que l'ordinateur n'accepte qu'un programme logique, nécessitant une analyse préliminaire de l'information qui lui est proposée. C'est le travail du programmeur, qui devra également envisager toutes les conséquences possibles du programme qu'il propose à l'ordinateur.

Au cours de l'expérience "Précontinent III" réalisée entre la Principauté de Monaco et le Cap Ferrat, un exemple très intéressant, relaté par M. Levy-Soussan, nous est fourni des problèmes relatifs à la documentation. (17)

Il s'agissait de surveiller médicalement une équipe de plongeurs évoluant pendant 20 jours entre 100 et 120 mètres de profondeur, et d'étudier les réactions de leur organisme qui était soumis à des pressions variant entre 11 et 13 kilogrammes par cm². Etant isolés de tout observateur, ils remplissaient quotidiennement un questionnaire clinique orienté vers les problèmes de plongée ; ils disposaient ainsi de 50 questions, réparties selon 10 directions différentes, chacune étant codée par un chiffre. A chaque question, 6 réponses possibles aux maximum leur étaient proposées et ils ne devaient en utiliser que 3. Par exemple à la question "Avez-vous des palpitations ?" cinq réponses étaient offertes :

Jamais (0)

Quelquefois (1)

Assez souvent (2)

A l'effort (3)

la nuit (4)

La réponse est rapide et simple ; c'est l'ordinateur qui se charge du travail de décodage et de mise en clair. Il répond dans l'ordre, et en séparant les questions ; puis les transmet par un système "Télé processing" muni d'un radiotéléphone. Puis les cartes perforées de fiches cliniques ont permis d'une part l'élaboration d'un "dossier clinique dynamique" pour chaque plongeur, d'autre part de participer à un programme pré-établi pour résoudre les problèmes étudiés.

Nous voyons, par cet exemple, que non seulement l'accumulation, la mise en mémoire des documents est importante, mais aussi leur mise en valeur ne l'est pas moins. L'ordinateur joue ici un rôle de premier ordre, en ce sens que, à partir de ces archives importantes emmagasinées, il peut également, et à une vitesse extrêmement grande, nous restituer les documents que nous désirons utiliser.

Sur le plan individuel, le praticien qui exerce chez lui, est particulièrement intéressé ⁽⁵⁾En effet il lui est difficile, cause du temps limité dont il dispose et de la richesse de la littérature médicale, de procéder lui-même aux mises à jour indispensables tant sur le plan clinique que thérapeutique. D'autre part, il ne peut exercer dans de bonnes conditions pour ses malades s'il se limite aux connaissances acquises sur les bancs de la faculté. Les progrès réalisés, enfin, dans le domaine du laboratoire sont une aide précieuse pour établir un diagnostic aussi précis que possible.

Toutes ces difficultés, l'ordinateur les supprime en offrant la possibilité au praticien de pouvoir consulter, à tout moment, une riche documentation, en lui permettant aussi d'atteindre avec une plus grande rapidité et une plus grande sûreté le diagnostic, et en l'aidant dans l'estimation de la meilleure conduite thérapeutique à suivre.

A l'échelon d'une population, les problèmes sont différents. On a pu, en réunissant les différents dossiers venus de différents pays du monde, grâce aux moyens de télétransmission, ⁽²⁹⁾établir des statistiques médicales. Dans le domaine de la recherche les études portant sur un grand nombre d'individus sont toujours beaucoup plus instructives. ⁽¹⁵⁾

Grâce à l'étude de courbes et de graphiques, d'importants progrès ont été réalisés en épidémiologie par exemple. On sait maintenant que certaines maladies contagieuses se développent plus favorablement dans certains pays, dans certaines conditions et plus particulièrement au contact des races blanches ou de couleur, sous certains climats etc... Sur le plan social ces connaissances ont une influence de premier plan. De grands centres médicaux d'ordination, réalisables grâce aux développements très importants des télécommunications, et aux progrès dont elles ont bénéficié ces dernières années⁽¹²⁾, sont à l'étude depuis quelques années dans certains pays, et déjà en fonctionnement aux U.S.A. et en Allemagne (37). Il est évident que chaque clinique, par exemple, ne peut s'offrir le luxe d'un ordinateur. C'est ainsi qu'à "Ann Marbory" la "Commission on professional and hospital activities", organisme sans but lucratif, tient électroniquement une documentation de fiches médicales pour plus de 600 cliniques, représentant environ cinq millions de malades, et à un prix de revient assez bas (30 cents environ pour un résultat).

Enfin, et toujours à l'échelon d'une profession, l'étude des statistiques médicales permet, au niveau des paramètres physiologiques, facilement récupérables, l'assistance efficace dans l'estimation de l'efficacité des différents contrôles de l'état de santé.

Mais il faut éviter le danger de tomber dans la "maladie de l'automatisation"(5) pour cela il faut que, avant de mécaniser toute information, une étude approfondie en soit faite, pour lui conserver sa réalité et son efficacité. C'est à cette condition que l'information devient une vraie documentation.

Diagnostic médical :

L'histoire de la médecine montre un parallélisme entre les progrès des thérapeutiques, et les méthodes de diagnostic. Lorsque l'exercice de la médecine se contentait d'un traitement symptomatologique, il arrivait souvent qu'un diagnostic plus ou moins précis fut établi aussi longtemps que ces symptômes pouvaient être maîtrisés. De nos jours, par contre, les progrès énormes accomplis dans les traitements spécifiques d'une affection ont, dans une large mesure, grandement accru la nécessité d'établir un diagnostic aussi précis que possible.

Tout d'abord, essayons de définir ce qu'est le diagnostic. Bien autre chose que l'identification et l'addition de symptômes et de résultats d'examen, c'est un processus subjectif et intuitif difficile à analyser. En effet, intervient à ce stade une faculté : l'intuition, puissance mécanique de comparaison et d'interprétation, reposant essentiellement sur un don d'expérience personnelle et décision logique. C'est en effet à la lumière de sa pensée et de ses connaissances que le médecin évalue l'importance relative et respective des différents signes recueillis. Mais chaque individu, et le médecin n'échappe pas à la règle, est un tout dont l'esprit et le corps sont inséparables. Jusqu'à présent, il nous est impossible de connaître le processus qui conduit le praticien à son diagnostic ; et tant que nous ne pourrions reconstituer ce processus, il nous sera également impossible de le programmer pour un ordinateur.

Mais à partir de là, le médecin, en tant que diagnosticien ne doit pas perdre de vue son malade. Il lui faut dans un but pronostic et thérapeutique réorganiser les différents points de son information en l'analysant et le comparant à tout ce qui, existant déjà, se rapporte au cas étudié. Et c'est justement à ce moment que plusieurs inconvénients se présentent, auxquels l'ordinateur peut pallier.

D'abord, ce cas pathologique peut être le premier que le médecin rencontre, le nombre de maladies est tellement important que cette éventualité est, même de nos jours assez fréquente. Ensuite, le temps qui lui serait nécessaire pour réunir la littérature relative à ce cas en admettant qu'il puisse se la procurer la lire et en extraire l'essentiel, serait beaucoup plus long que celui dont il peut disposer pour chaque malade. De plus le volume actuel de la presse médicale est trop important pour lui permettre de le faire. Enfin, ce qui est peut-être plus rare, sa psychologie propre peut lui donner une orientation vers un domaine pathologique, qui peut ne pas être le bon, mais qui concentre son attention dans cette direction.

On voit alors l'intérêt de l'utilisation d'un ordinateur dans ce domaine bien précis. Nous ne reviendrons pas sur le problème du recueil des informations, bien qu'à ce stade, existe une difficulté en ce qui concerne le diagnostic ; celle de la systématisation des maladies, basée

sur des références uniformes et exactes, par rapport aux sciences naturelles par exemple. Notre nosologie actuelle est plutôt un complément bâti, au cours des temps, sur des concepts très divers, tels que la nature, ou l'étiologie, ou le siège d'une affection. Ce que la machine demande, c'est un schéma logique de base utilisable pour une classification. Mais il est évident qu'un tel schéma est difficile à suivre : la représentation typique d'une maladie n'est en fait qu'une exception en pathologie. Un ulcère d'estomac, par exemple, ne se manifestera pas par les mêmes symptômes chez plusieurs malades.. : chez l'un des douleurs seront prédominantes et atypiques alors que chez un autre le syndrome humoral sera le seul qu'on puisse mettre en évidence.

L'objectif primordial est donc de définir de plus en plus distinctement une maladie, et en précisant les caractéristiques dominantes, de participer à la recherche étiologique, puis au diagnostic. Il ne faut donc pas s'attendre à des résultats spectaculaires, car même actuellement, il reste encore de longs efforts et de longs travaux à effectuer. De nombreux essais ont déjà été faits, mais les méthodes de traitement des données cliniques par ordinateurs en sont encore, en fait, à leurs premiers pas. Sans faire preuve de pessimisme, ne soyons quand même pas trop enthousiastes. Les tentatives effectuées, en cardiologie par exemple, ne sont encore que des modèles de démonstration.

Le principe de l'idée suivie dans l'emploi des ordinateurs est le suivant : à partir de méthodes statistiques et systématiques, calculer rapidement la probabilité, à partir des différents symptômes et examens trouvés, l'existence d'une affection correspondant à cet ensemble de signes. On augmente donc, par ce moyen sûr, les chances de parvenir à établir un diagnostic correct. En effet l'ordinateur, disposant de capacités de mémoire énormes et d'une grande vitesse de calcul, peut "traiter" un grand nombre de cas, chacun d'eux portant son étiquette exacte, et accompagné de son cortège complet de manifestations. À partir de cette symptomatologie, il peut établir rapidement (en une fraction de seconde) les rapports constants entre signes et maladies correspondantes, puis, en présence de nouveaux symptômes, peuvent être établis de nouveaux rapports.

Sur le principe est établi le tableau ci-après, concernant un travail relatif à six affections digestives. En reportant sur la première colonne de gauche les symptômes trouvés chez le malade, on peut effectivement établir du rapports avec les précédents qui orienteront plus précisément le diagnostic vers l'une de ces six affections.

La nécessité du développement de cette aide apportée par l'ordinateur est démontrée par plusieurs faits. Le premier, c'est que la médecine ne peut plus être considérée seulement comme un art, comme on l'entendait au 18ème siècle ; les explorations para-cliniques sans cesse plus nombreuses, et la grande complexité de certains problèmes de diagnostic ont été les présages d'une science médicale. Deux autres justifications de cette nécessité s'appuient sur le prix élevé des différents services médicaux⁽¹⁾ en arrivant plus vite à une décision, le prix total de revient d'un diagnostic est moins élevé.⁽²⁾ en évitant le prix couteux d'une hospitalisation pour observation qui ne devient plus nécessaire avec un diagnostic rapide et sûr.

Un autre élément est à mettre en parallèle avec les précédents. Toutes les manifestations, relatives à un cas pathologique particulier, doivent être enregistrées en respectant un ordre pré-établi systématique. Le plus simple, d'ailleurs, ainsi qu'on le pratique maintenant, est de retranscrire directement les résultats sur des feuilles d'observations spéciales préparées et codées. C'est ainsi qu'en Allemagne, dans les cliniques de l'Université de Heidelberg, depuis le 1er janvier 1967, on utilise de telles fiches médicales, ainsi préparées pour l'exploitation mécanographique. Elles alimentent ainsi directement l'ordinateur. Telle la feuille d'un cahier d'examen clinique utilisé à l'hôpital de Ton de Bordeaux dans le service de cardiologie (Fig 8) Ces informations sont enregistrées, mises et mémoire, manipulées et ajoutées au volume des statistiques déjà établies pour donner naissance à de nouvelles ébauches de diagnostics.

Les premiers essais de diagnostic électronique, travaux de Warner, de Ledly et Lusted, vers 1961 sont basés sur la règle de Baye formule statistique qui est la suivante.

TEST - DIAGNOSTIQUE
d'après l'ordinateur

GAS N ° _____

DIAGNOSTIC TROUVE : _____

	Symptôme reporté	Cancer Estomac	Lithiase choled.	Gastrite	Herme Hiatale	Ulcère Pystique	Pyloro spasme
<u>DOULEUR-LOCALISATION</u>							
Epigastrique	1	55	45		60	94	85
Quadrant sup.droit	2	15	76		52	40	10
Irradiation vers épaule	3	5	43		0	28	0
Irradiation " le dos	4	15	28		7	28	5
Douleur à l'alimentation	5	0	0		20	75	12
Douleur à l'alimentation	6	57	42		50	10	43
Douleur au coucher	7	0	0		78	0	3
<u>Douleur + RYTHME</u>							
Empire l'après-midi	8	10	3		70	0	18
à intervalles irréguliers	9	10	62		20	0	86
moins de lh. après repas	10	65	22		80	5	68
plus d'lh. " "	11	47	83		20	95	10
<u>INTOLERANCES</u>							
Epices	12	20	7		0	15	33
Choux	13	10	28		0	5	37
Bouillons	14	25	57		0	10	28
Fritures	15	40	60		0	10	30
	16	14	25		50	65	50
	17	17	8		70	50	23
<u>Ictères</u>	18	3	27		0	0	0
<u>Fièvre</u>	19	5	37		0	0	0
Constipation	20	28	10		0	50	32
Diarrhée	21	4	20		0	2	35
		0	10		0	20	10
Nausées	22	65	75		60	35	70
Vomissements	23	53	67		57	68	30
Anorexie	24	22	20		78	50	78
Plusieurs enfants	25	0	37			0	0
Obésité	26	0	35		39	5	13
Sexe : masculin	27	78	40		40	75	47
féminin	28	22	68		60	25	62
Alcoolisme:moins de 1/2 P.	29	0	62		0	0	62
Age : moins de 20 ans	30	2	7		1	15	13
20 - 40 ans	31	10	21		7	62	62
40.- 65 ans	32	80	56		84	20	30
Plus de 65 ans	33	8	13		8	3	10
Stress Emotionnel	34	0	0		0	30	80
<u>EXAMEN</u>							
Sensibilité Epigastrique	35	55	32		15	75	40
Hyperesthésie "	36	0	20		10	35	10
Sensibilité Quadrant D	37	0	70		5	40	15
Masse abdominale	38	28	18		0	0	3
<u>Laboratoire :</u>							
Anémie	39	30	7		10	0	7
Leucocytose	40	5	55		0	0	0
Hyperacidité	41	0	10		10	90	18
"	42	84	8		0	0	8
RAYONS X Thorax	43	0	0		15	0	0
Vésicule Bil.	44	0	94		25	0	10
Estomac	45	91	15		81	95	50
<u>COEFFICIENT TOTAL</u>							

Fig. 7 - TABLE DE CONSTANTES CORRELATIVES

POUR LES AFFECTIONS DU TRACTUS GASTRO-DIODENAL

$$P(D/S) = \frac{P(S/D) P(D)}{P(S)}$$

Et puis d'autres méthodes sont fondées sur l'analyse factorielle. Collen est le premier à avoir mis au point, à la suite de nombreuses recherches, un programme de diagnostic électronique.. Dans le cadre d'un contrôle sanitaire polyvalent auquel trente mille personnes s'étaient volontairement soumises, aux environs de San Francisco, d'une durée d'environ 2 heures et demi, une véritable batterie de méthodes d'explorations cliniques et d'examens de laboratoires a été utilisée, ainsi que des tests psychologiques de personnalité. Les résultats une grande partie des examens fut traitée immédiatement par ordinateur, de sorte que les premiers renseignements diagnostiques étaient disponibles avant que le sujet quitte la clinique. Après obtention de tous les résultats premiers, un programme de diagnostic électronique, d'après des critères préétablis, permettait d'obtenir des indications assez précises pour la dépistage de certaines affections.

L'activité scientifique dans le domaine diagnostic est très importante, aux U.S.A. en particulier. Citons brièvement, à titre d'exemple, le MMPI test, établi en vue d'étudier la structure de la personnalité. Ce test comporte 550 questions imprévues sur un jeu de 23 cartes perforées sur lesquelles le patient inscrit sa réponse par une marque au crayon. Sur la base de ces réponses l'ordinateur donne une silhouette de la personnalité du sujet, par l'intermédiaire d'un dispositif imprimant à grande vitesse. Ce peut-être un compliment important, pour le médecin, dans ses décisions. L'utilisation de cette méthode est mise à l'épreuve sur des dizaines de milliers de sujets à la Clinique Mayo avec ce test MMPI.

Se rapprochant de cette méthode de diagnostic une autre méthode consiste à faire des essais en vue de saisir plus facilement les types de maladies élémentaires.

		043 - 061	13	
CH.081 (suite)	L.	Irradiations Eudapexiennes	=	
	M.	Coupat le sternum	=	
	N.	vers le 2 ^e E I C G	=	
	P.	" " E I C D	=	
	Q.	vers les vaisseaux du cou	=	
	R.	vers le Dos = vers l'espace vertébral gauche	=	
	S.	doux	=	
	T.	rude	=	
	U.	rapeux	=	
	V.	en jet de vapeur	=	
	Y.	piaulant	=	
SS. CH 04 - SOUFLE SYSTOLIQUE			=	
A prédominance telesystolique	A.	Origine apexienne	=	
	B.	Origine Eudapexienne	=	
	C.	Origine 2 ^e E I C D	=	
	D.	" " E I C G	=	
	E.	Origine xyphoïdienne	=	
	F.	Origine sous claviculaire gauche	=	
	G.	n'irradient pas	=	
	H.	Irradiation Axillaire	=	
	J.	" vers 1 ^{er} Apex	=	
	K.	" vers Eudoapex	=	
	L.	Irradiation coupat le sternum	=	
	M.	vers 2 ^e E I C G	=	
	N.	vers 2 ^e E I C D	=	
	P.	vers les vaisseaux du Cou	=	
	Q.	Vers l'espace sus-vertébral droit	=	
	R.	Vers " " " gauche	=	
	S.	Timbre doux	=	
	T.	rude	=	
	U.	rapeux	=	
	V.	piaulant	=	
	X.	Timbre chiuntant au jet de vapeur	=	
SS. Ch. 05 - SOUFLE SYSTOLIQUE				
à prédominance mesosystolique	A.	Origines apexienne	=	
	B.	" Eudoapexienne	=	
	C.	" 2 ^e E I C D	=	
	D.	" " E I C G	=	
	E.	" Xyphoïdienne	=	
	F.	Origine sous claviculaire gauche	=	
	G.	n'irradient pas	=	
	H.	Irradiation axillaire	=	
	J.	Irradiations vers apex	=	
	K.	" Eudoapex	=	
	L.	Coupat le sternum	=	
	M.	Irradiant vers 2 ^e E I C D	=	
	N.	" " " E I C G	=	
	P.	Timbre doux	=	

Fig. 8 Feuille d'un cahier d'examen clinique

(Service cardiologie Hôpital LE TONDU - BORDEAUX)

Par exemple ZINS et ses collaborateurs, du service d'urologie d'un centre médical de New York, ont essayé de classer les symptômes de 350 malades urinaires, avec des modèles de maladie peu clairs et très divers, reposant sur 800 observations. L'ordinateur répartit les malades sur la base de 18 Symptômes principaux, en quatre groupes nettement séparés. On put alors établir la preuve qu'au lieu d'une seule maladie élémentaire, le pyélonéphrite, il y avait en réalité quatre affections nettement différentes et nettement caractérisées atteignant le bassinet et les tubes urinaires.

Le Docteur LIEBAU réussit, à l'aide d'une méthode mise au point par P. IHM, basée sur les valeurs du groupe sanguin, de la numération formule, de la température et d'un ensemble de réactions sériques, à séparer complètement deux groupes de malades cardiaques ; les apoplectiques et les cinhotiques. Le seul cas de cirrhose égaré dans le groupe des apoplectiques fut découvert, après un contrôle a posteriori des documents de base, comme un faux diagnostic, la fiche médicale du malade stipulant que les signes apparents de cirrhose n'existaient pas.

Après la saisie et la classification de signes physiquement déterminés et mesurables de l'organisme, leur analyse prend une importance croissante actuellement. C'est le cas qui se présente pour les électrocardiogrammes et les électroencéphalogrammes. L'analyse par ordinateur de ces courbes de circulation du coeur (E.E.G.) exige d'abord la transformation des valeurs de tension en valeurs numériques (ou transformation analogique digitale), au cours de laquelle on doit filtrer soigneusement les fréquences parasites qui se superposent. L'image circulatoire d'un seul battement cardiaque se divise jusqu'en 1000 points élémentaires dont l'amplitude doit être donnée et mesurée à l'ordinateur sous forme chiffrée. Dans la technique conventionnelle de l'E.C.G. avec 12 électrodes en différents points de la surface du corps, il se produisait jusqu'à 12.000 valeurs numériques par battement cardiaque. On a constaté d'autre part, qu'avec 2 électrodes seulement 99 % de toutes les modifications de la dynamique cardiaque étaient faciles à déceler, et avec une seule électrode 90 %, ce qui est encore appréciable.

C'est ainsi que Cacères a mis au point une méthode de programmation par analyse de l'E.C.G. fait avec une seule électrode. Pipberger lui, a réalisé une méthode orthogonale à 3 électrodes proposée par Franck en 1956. Dans un essai d'ensemble, effectué sur 1000 patients comprenant cinq groupes de maladies et un groupe de témoins en bonne santé, l'ordinateur a produit un diagnostic exact dans 90 % du cas, pourcentage fort appréciable en clinique.

Plus encore que l'E.C.G., le vectocardiogramme apporte de nouvelles lumières dans l'étude de l'activité électrique du coeur ; de par son exploration dans les trois dimensions de l'espace ; l'analyse du vectocardiogramme a permis d'établir de nouveaux critères de corrélation dans les affections cardiaques.

Nous prendrons pour exemple, l'étude réalisée par deux équipes françaises, une du service de cardiologie du centre Foch et l'autre du service de vectocardiographie de l'hôpital E. Herriot de Lyon.

L'analyse de vectocardiogrammes en tant qu'instrument d'exploitation clinique permet le calcul de paramètres utiles au diagnostic d'une affection cardiaque, et aussi la classification des vectocardiogrammes et leur étude comparative avec ceux précédemment enregistrés. En outre, étant adapté pour la surveillance des malades à longue échéance, ce programme permet d'aborder une étude d'aide au diagnostic différentiel en distinguant des signaux, des variations d'amplitude très faible mais continues dans le temps ; ce qui permet aussi de porter une estimation pronostique très précieuse.

Coordonnées rectangulaires
 X_m Y_m et Z_m

Coordonnées polaires
module

Site (angle d'élévation) θ
Azimut

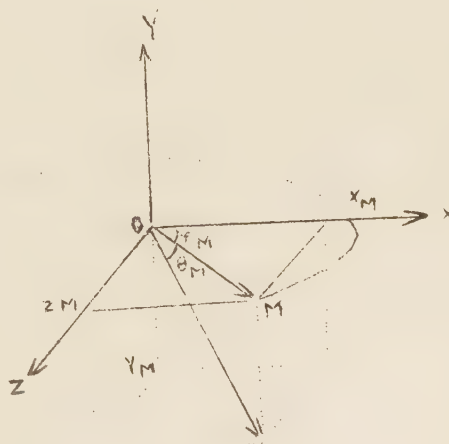
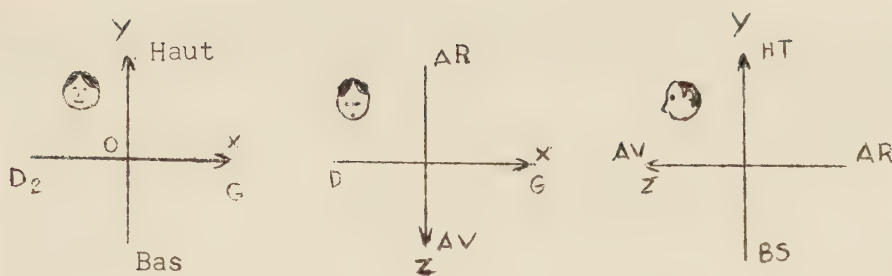


Fig.9 Systèmes de coordonnées utilisés dans les enregistrements et dans les calculs vectocardiogrammes.



Frontal X, Y

Horizontal X Z

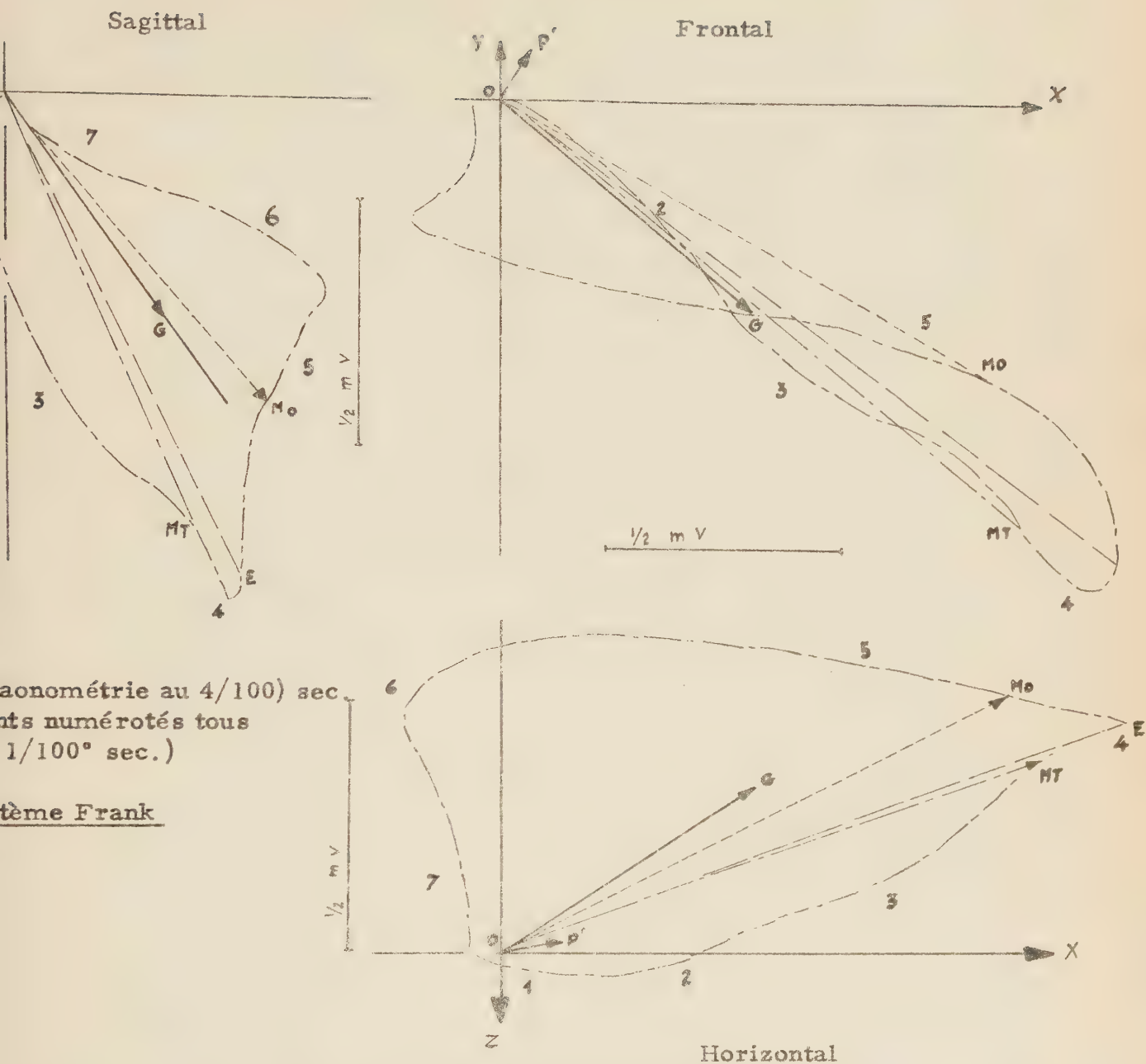
Sagittal Y, Z

Fig. 10 - les trois plans classiques -

Cette méthode procure une analyse objective, tout en permettant de conserver des documents fidèles et en ordre. On espère pouvoir arriver ainsi à l'établissement de limites plus exactes entre le physiologique et le pathologique.

L'interprétation des E.E.G. est actuellement plus complexe que celle des électrocardiogrammes, les succès sont moins spectaculaires en ce domaine, ce qui se comprend si l'on pense que pour analyser les ondes cérébrales d'un électroencéphalogramme durant 10 secondes, sous forme numérique, il faut effectuer environ 200 millions d'opérations élémentaires. Cependant, grâce à des stimuli bien déterminés, et avec la méthode des moyennes, on est parvenu à analyser l'image de l'activité électrique cérébrale. Dans cette technique on utilise des procédés de détection de courte durée pour additionner les courbes individuelles obtenues, et diviser ensuite par le nombre des sommations ; ce qui annule les effets parasites. Dans certaines lésions organiques du cerveau, comme l'épilepsie temporale on peut déjà obtenir une interprétation très exacte du diagnostic et de la localisation du foyer par analyse de l'E.E.G.

Dans un autre domaine, bien différent, celui de la criminologie, les méthodes d'analyse par ordinateur permettent de poser un diagnostic. C'est ainsi que l'analyse par activation par neutrons de certains composés ont permis de mettre en évidence des éléments à l'état de traces infimes.



anométrie au 4/100) sec.
ts numérotés tous
1/100° sec.)

ème Frank

Représentation, en projection sur les plans frontal, Sagittal et Horizontal
de la boucle QRS et des vecteurs qui lui sont liés :

$\vec{OG}$ = G, centre de gravité de QRS

$\vec{OMo}$ = Vecteur "mi-surface"

$\vec{OMT}$ = vecteur "mi-temps"

$\vec{OE}$ = Vecteur élongation maxima

$\vec{OP}$ = Vecteur dirigé suivant le vecteur polaire

C'est de cette manière et selon ce même principe, que deux médecins suédois S. Forshufvud et A. Wassen, en 1961, ont fait la preuve que l'Empereur Napoléon était mort à la suite d'un empoisonnement par l'arsenic. Avec quelques cheveux lui ayant appartenu, ils sont même pu préciser que ce poison lui avait été administré par intermittence.

Après ces différentes méthodes qui contribuent à atteindre le diagnostic, c'est le problème thérapeutique que nous allons examiner, puisqu'il dérive directement du précédent. Là encore, l'ordinateur peut-il être de quelque utilité ? Avant de répondre à cette question ; passons rapidement en revue les facteurs susceptibles de contribuer au plan de traitement.

D'abord, la relation diagnostic-traitement à laquelle nous avons déjà fait allusion s'explique ainsi : selon que le diagnostic est évident ou qu'il se pose plusieurs diagnostics différentiels, les estimations et les décisions thérapeutiques ne sont pas les mêmes. Dans le second cas la thérapeutique devient un nouveau critère que l'ordinateur pourra alors utiliser au même titre qu'un autre test. Il intervient ici des valeurs mesurables qui peuvent servir pour des estimations en rapport avec les différentes alternatives diagnostiques.

Mais dans l'évaluation de l'efficacité d'un traitement d'autres facteurs interviennent qui ne sont ni mesurables ni palpables ; les conditions sociales du malade (voisinage, habitat, etc..) d'autres économiques et mêmes morales, sa famille, son entourage. Ceux-ci défient toutes analyses statistiques et toutes mathématiques.

Quelquefois les problèmes de traitement sont plus complexes, on a alors recours à plusieurs méthodes mathématiques comme la théorie des valeurs ou la théorie des prix ; en calculant les chances du meilleur traitement à partir des probabilités diagnostiques, et en supposant que les problèmes imprévisibles se résolvent d'eux-mêmes.

Mais il peut arriver aussi que pour un seul diagnostic plusieurs thérapeutiques puissent être proposées, et que l'on ait besoin de connaître à chaque instant l'état de santé du malade, au cours de ces traitements qui sont toxiques, par exemple les rayons X; et l'ordinateur est, dans ce cas particulier, très utile. En effet la détermination de la courbe d'un isotope est généralement fonction de la configuration des parties de corps devant être irradiées, représentées en coordonnées polaires.

Le service de radiologie de l'hôpital de Houston (Texas) utilise un ordinateur pour le calcul des doses radiothérapiques à appliquer en cas de tumeurs malignes. Avant, il fallait utiliser des tables de dosages pour déterminer très approximativement les valeurs moyennes à utiliser. Maintenant, grâce à l'ordinateur, il existe un programme qui permet de faire varier, l'implantation des aiguilles de radium en fonction du modèle de répartition des doses. En ce qui concerne l'implantation au niveau d'un membre, par exemple, le contrôle de la position exacte de l'aiguille est facile grâce à des radiographies. On est arrivé ainsi à une action mesurée des rayons, à une économie d'immobilisation due à l'implantation, en un mot à une radiothérapie optimale.

Le calcul de la répartition des doses est très complexe car il met en jeu un certain nombre de paramètres comme : distance foyer-peau, la tension des tubes, l'intensité du courant, le mode et l'intensité de filtrage, l'angle d'incidence du rayon, la nature et l'épaisseur du l'écran, les coefficients d'absorption des systèmes à irradier, et bien d'autres facteurs encore.. Et c'est avant l'application du traitement que la question du dosage doit être résolue.

Un seul plan de traitement est alors un problème très complexe, même pour un ordinateur. Aussi, a-t-on proposé de créer d'importants centres radiologiques possédant une bibliothèque de plans de radiothérapie, susceptibles de servir de moyen d'orientation dans la plupart des cas étudiés.

En conclusion, nous pouvons résumer ce qui a été exposé dans les lignes précédentes par le schéma suivant (fig.11) qui met bien en évidence les différents moments auxquels l'ordinateur peut intervenir, au cours du processus.

Deux constatations nous sont alors permises :

La première est que, qualitativement du moins, les grandes lignes de ce schéma sont définitivement établies, bien qu'une part d'incertitude subsiste encore sur les chances de pouvoir faire une discrimination fine et exacte entre le diagnostic correct et celui qui ne l'est pas.

La seconde constatation est le fruit des observations effectuées lors de la mise au point des constantes corrélatives ; à savoir que, l'opportunité d'améliorer les éléments fondamentaux sur lesquels le médecin s'appuie pour faire son diagnostic est plus grande qu'on ne l'aurait pensé. Le diagnostic est basé, de façon idéale sur l'information accumulée par le praticien, résultat de ses connaissances livresques et de son expérience personnelle. Or cet idéal ne peut être atteint, du fait des limites de facultés intellectuelles inhumaines. De plus les différences constatées dans les ouvrages relatés par plusieurs praticiens mettant en évidence que les produits de décantation de la pensée humaine sont très variables d'un individu à l'autre. C'est donc vers ce dernier point que l'effort de l'ordinateur est à faire : l'utilisation plus complète et néanmoins logique des acquisitions, tout en laissant le choix de la décision, c'est à dire en respectant la liberté d'action.

=====

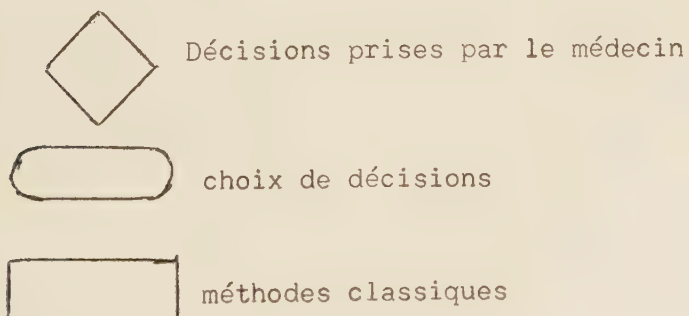
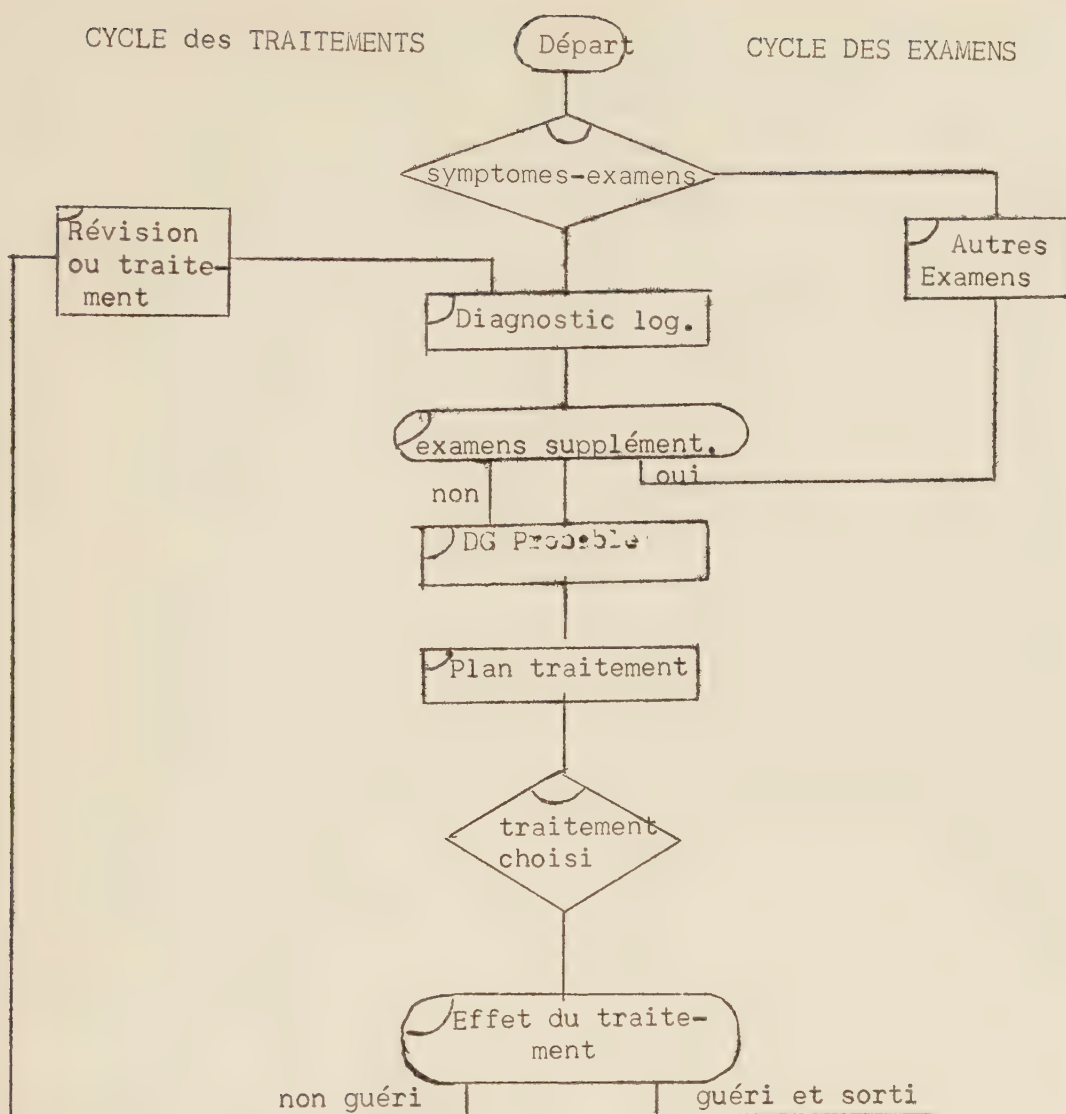


Fig.11 Schéma de la méthode de diagnostic par ordinateur.

CHAPITRE III.- DOMAINE HOSPITALIER.-

Depuis plus de vingt années, l'augmentation de la population est en règle, important, du fait de la diminution de la mortalité (infantile en particulier) et de l'augmentation de la longévité. C'est un problème au moins aussi important que celui de l'énergie atomique ou des communications modernes. Les influences des conditions économiques et sociales dûes à cet accroissement de population a engendré une augmentation des services demandés aux différentes institutions médicales, et principalement aux centres hospitaliers. En conséquences, les problèmes à résoudre aux différents niveaux d'une organisation hospitalière sont devenus de plus en plus complexes. L'ordinateur s'est révélé ici un auxiliaire précieux tant sur le plan médical que sur le plan administratif.

En égard aux exigences croissantes qui s'imposent en raison des dépenses accrues, des questions de personnel, du manque de personnel qualifié, de l'accroissement régulier du nombre de malades, et du perfectionnement des techniques médicales et chirurgicales, il était nécessaire et même indispensable, de réorganiser complètement certains secteurs, et d'en créer, d'autres, comme des services de réanimation et de mécanothérapie. Une équipe entière était formée, mais elle ne pouvait seule effectuer tous ces plans et tous ces calculs, dans un temps assez rapide.

Nous présentons ici un schéma représentant ces différents secteurs d'un ensemble hospitalier (fig.12). Une telle exploitation ne peut être contrôlée efficacement le directeur de l'établissement qu'avec des documents nombreux et très exacts, et à partir desquels il puisse prendre des décisions. La nécessité d'une information d'entrée sera reconnue par tous ceux qui connaissent la complexité des engrenages dans l'organisation d'un hôpital. Par les moyens conventionnels, on ne peut obtenir des documents nouveaux et détaillés. Cette représentation schématique et déjà très simplifiée nous l'explique. (fig.13)

(Voir figure 13 page suivante)

ADMINISTRATION

COMPTABILITE des soins	
Frais d'ambulance	Honoraires Médicaux
Comptabilité	Entretien de l'Hôpital
Direction Personnel	Gestion immobilière
Comptabilité Prix de revie.	Statistique

SOINS

Chambres
Salles communes
Salles de soins

SERVICES SPECIAUX

Laboratoire	Mécanothérapie
Radioth.	Services Méd. Spéc.
Salles Opérations	

FOURNITURE

Pharmacie	
Achat et stock	Service Approvision.
Entretien Cuisine	Administrat. Intérieure
Blanchie serie	Services techniques

DOCUMENTATION

Documentation médicale	
Statistiques médicales	Bibliot. centrale
Littérature document.	Aide au diagnostic

Ordinateur

Supervision complexe de l'ensemble de l'exploitation
Documents de planification
Comptabilité : Prix de revient
Gestion du personnel
Optimisation de l'effectif
Optimisation de l'utilisation des installations
Economies des frais généraux

Secteurs Hospitaliers intéressés par l'Ordinateur.

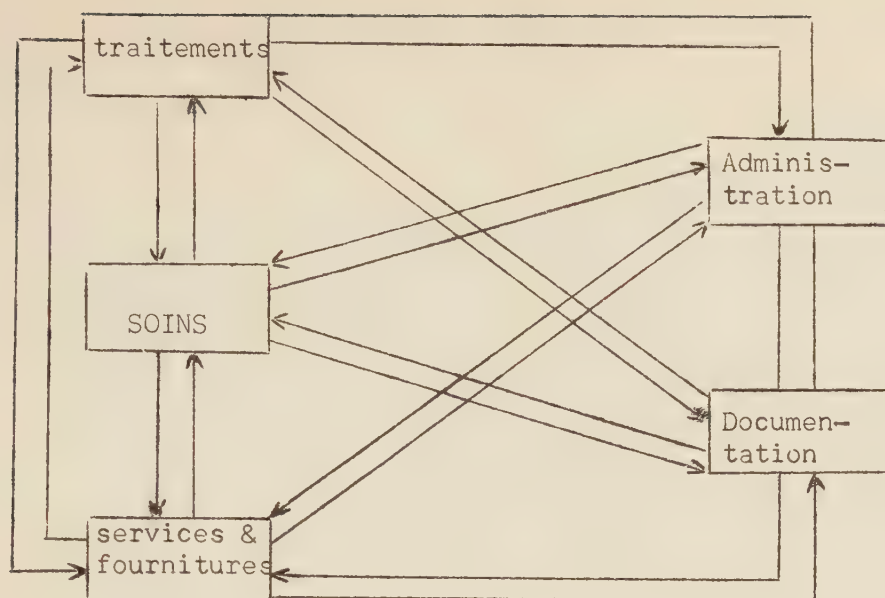


Figure 13

Le Schéma suivant (figure 14) tient compte de l'introduction d'un système d'information hospitalière. Avec un tel système, il est possible de simuler les résultantes qui apparaissent par suite des modifications dans le fonctionnement des divers domaines hospitaliers.

C'est ce système qui conduit à celui d'un "système d'information hospitalier."

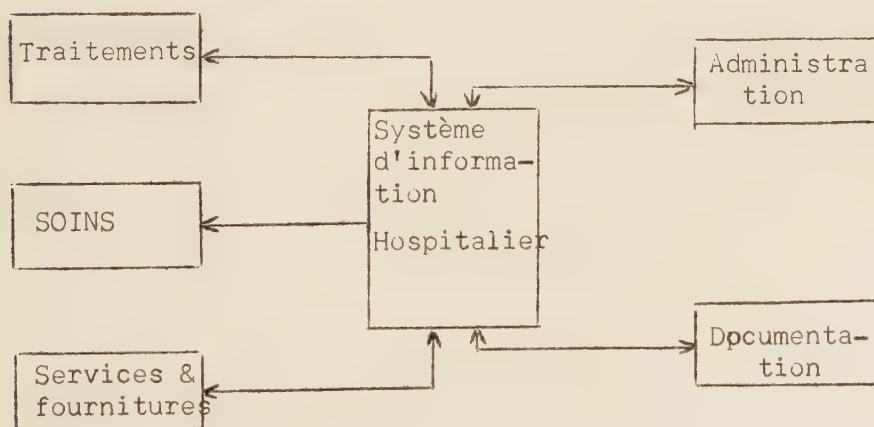


Figure 14 -

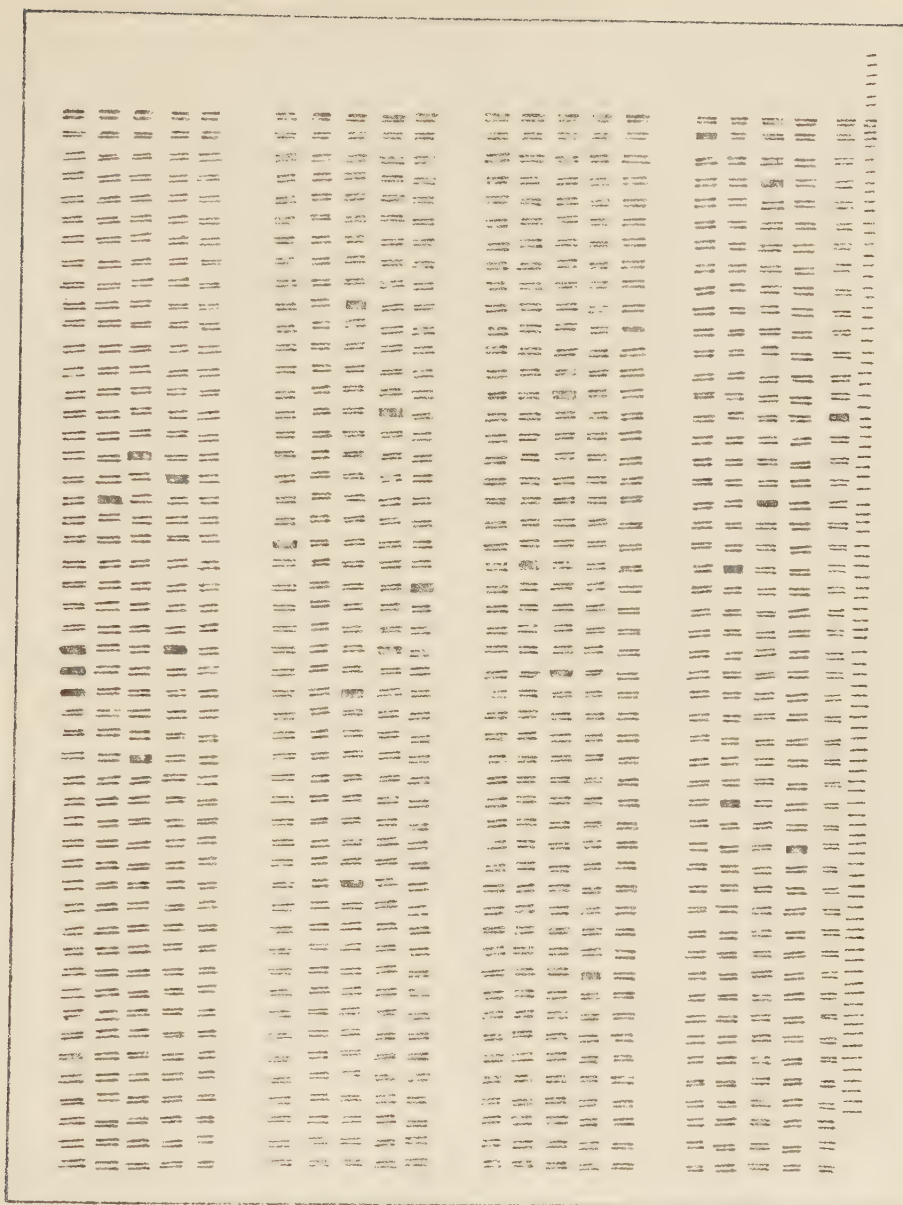


Figure 4

Formulaire destiné à une lecteur de marque .

(1000 marques sont contenues dans ce document.
Le lecteur contient 2 mots de 10 lettres par ligne
Les lignes sont écartées de 1/5 de Pouce.)

Actuellement le système d'information hospitalier est alimenté en information par le lecteur de marques. En quoi consiste ce lecteur de marque ? Des cartes programmes sont établies d'avance sur lesquels on transcrit directement une information ne faisant un trait de crayon à mine assez grasse. Ce document de marque peut recevoir 1000 informations au maximum sous forme de traits, et est destiné à être lu, à une station de lecture équipée d'un procédé optique. (Fig. 15)

Dans une organisation électronique hospitalière, le lecteur est connecté directement à un ordinateur, les informations sont donc lues direct- et, grâce à un programme correspondant, les informations introduites sont vérifiées, traitées et restituées dans une mémoire externe. Il est même possible d'imprimer par avance sur le document des marques revenant comme indications constantes.

L'intérêt d'un tel système est qu'il peut s'adapter à tous les secteurs intéressés, et qu'il éliminera automatiquement les erreurs.

Dans l'étape supposant l'introduction d'un ordinateur et d'un lecteur de marques le schéma de la figure 16 nous montrera de manière évidente comment le flux d'information est condensé et devient en conséquence plus rapide. Les renseignements sortis permettent de prendre les décisions efficace et le système, grâce, à sa mémoire, donne tous les renseignements nécessaires.

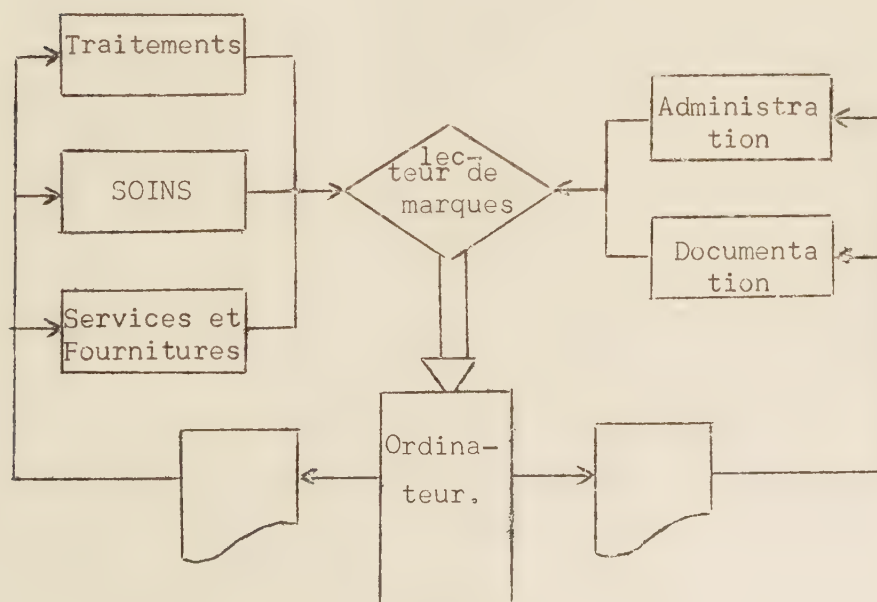


Figure 16'.--

Après ces considérations d'ordre technique, voyons maintenant les réalisations faites sur le plan médical dans les services hospitaliers. Les secteurs intéressés sont ici très nombreux. Nous nous attarderons donc plus particulièrement sur les applications de l'ordinateur dans l'amélioration des soins apportés aux malades, pour surveillance pré et post opératoire, et l'extension aux services de santé publique.

En ce qui concerne le malade, hospitalisé, l'établissement d'un dossier et sa mise à jour ont toujours été jusqu'à présent le point critique pour l'équipe médicale entière. Ce dossier est en effet volumineux, plus ou moins lisibles, et l'introduction d'une information nouvelle souvent détaillée, est de récupération longue et difficile. La mise à jour d'un tel dossier est longue et fastidieuse. Cependant, en dépit de ce fait, c'est à partir de la lecture fréquente de ces ensembles de signes et d'examen biologiques que notre connaissance de la pathologie clinique s'enrichit. Cette nécessité de créer une organisation logique du dossier se manifeste pour l'équipe soignante tout entière.

C'est dans ce but que deux centres hospitaliers de la province du Texas ont mis au point, en collaboration avec une Société de machines électroniques ; un programme d'assistance médicale répondant à ces nécessités. Ils ont joint leurs efforts pour réaliser l'installation et la mise en opération d'un ensemble de traitement de l'information conçu pour être utilisé immédiatement par les médecins, infirmières et assistants médicaux avec pour objectif principal, l'accélération des soins apportés aux malades. Ainsi, à partir de claviers et d'écrans cathodiques disséminés dans différents services, le personnel de l'hôpital pourra saisir, traiter et enregistrer les informations médicales propres à chaque malade, ainsi que les traitements envisagés.

Outre le traitement de ces informations, l'une des tâches les plus importantes de l'ordinateur sera la création et la mise à jour d'un fichier reflétant constamment la "situation" du malade.

On envisage de plus, dans un proche avenir, d'aller plus loin encore, grâce au principe de l'utilisation collective, et simulatnée, appelé en langue Anglaise Time-Sharing (1) selon lequel plusieurs

utilisateurs peuvent, en même temps, et à partir d'une unité terminale dialoguer avec le même ordinateur central. Chaque médecin traitant, pourra alors, en utilisant son clavier, entrer en relation directe avec l'ordinateur et en recevoir des informations portant sur un cas précis.

Revenant au cadre hospitalier, chaque médecin, mais aussi, chaque infirmière pourra utiliser ce principe. Le travail de cette dernière, qui consistait en partie à transcrire sur une fiche détaillée les différentes manifestations de l'état du malade, les prescriptions et réactions au long du traitement, sera supprimé. Cette fiche ne pouvait d'ailleurs être soumise au médecin qu'avec parfois plusieurs heures de retard. Avec cette nouvelle méthode l'infirmière frappe directement les renseignements sur le plus proche clavier relié téléphoniquement à l'ordinateur. Ce dernier compare les informations fournies par l'infirmière avec le fichier personnel déjà existant pour le même malade ; il repère toute erreur, toute anomalie surtout (accélération du pouls, élévation de tension) et renvoie ces informations sur l'écran cathodique.

Lors de sa visite journalière, le médecin pourra, à partir de ce même écran, obtenir tout ce qui concerne l'évolution du traitement et les résultats enregistrés ; ce qui lui permettra une grande rapidité dans ses décisions.

Cette application permet en outre, de pallier, à l'insuffisance de personnel, si violemment ressentie actuellement dans nos hôpitaux, une seule infirmière pouvant plus facilement surveiller un nombre plus élevé de malades. Cette méthode réalisent ce que les auteurs de langue Anglaise ont appelé le "monitoring".

En France également le "monitoring" est en application ; c'est selon ce principe que fonctionne, depuis 6 ans, l'unité de réanimation cardiaque de l'hôpital Lariboisière à Paris. D'accès facile au personnel infirmier, et respectant le repos des malades, ce service assure une surveillance permanente et de longue durée. La structure en a été conçue pour intensifier la surveillance des malades cardiaques atteint d'Adams Stokes, et d'infarctus du myocarde, pour accélérer la rapidité d'intervention tant en réduisant les charges matérielles du personnel infirmier, et en améliorant le confort du malade. Pour éviter l'encombrement au lit de

celui-ci et la perturbation de son repos, un box de centralisation a été conçu pour quatre lits de surveillance, dans lequel l'infirmière peut sans perdre de temps, vérifier la variation instantannée des paramètres en fonction de l'état clinique. Elle peut ainsi parer avec rapidité et efficacité à toutes urgences thérapeutiques. Pour cela, un système d'alarme se déclenche automatiquement dès qu'un paramètre étudié varie hors des limites permises pour le malade considéré. L'appareillage est simple et de manipulation facile pour l'infirmière.

On conçoit que l'utilisation d'une telle méthode ait trouvé une application en cardiologie, terrain fait pour elle par excellence, puisque, dans le cas d'un infractus par exemple, la détection prématuré d'un trouble de régularisation de l'E.C.G. est d'une importance pronostique vitale.

Une autre application de Monitoring se retrouve en anesthésie et en surveillance pré-opératoire. L'ordinateur assiste ici le réanimateur dans le contrôle et la régulations des fonctions vitales. Une salle d'opération moderne ne devrait plus être concevable sans cet équipement d'appareillage technique auxiliaire. Car, au fur et à mesure que leurs possibilités augmentent, le prix de revient des ordinateurs diminue.

On a également en recours au monitoring pour des accidentés graves en état de choc. Les écrans cathodiques ont mis en évidence des arrêts de coeur de quelques secondes, alors que le personnel de surveillance, en contact permanent avec les blessés, n'avait rien remarqué.

A Houston (Texas) un ordinateur fonctionne au centre des Grands malades, en calculant chaque matin leur tension artérielle, avant de décider des transfusions éventuelles. Il écrit automatiquement l'ordonnance pour la pharmacie de l'hôpital.

A l'échelon de la Santé Publique, l'établissement de statistiques à partir de ces dossiers permet de rendre de grands services dans les secteurs de l'épidémiologie et du dépistage.

En effet l'étude des circonstances d'apparition d'une maladie est la base même de la médecine préventive. Les fiches systématiques, instaurées pour les individus en bonne santé sont à la base, elles des services de dépistage. Nous en connaissons déjà depuis longtemps les bienfaits, en ce qui concerne les centres antituberculeux.

Bien d'autres choses peuvent encore être évoquées encore, comme les consultations de nourrissons, les centres d'hygiène mentale, dans ce catalogue infiniment variés de problèmes pour lesquels l'ordonnateur est un auxiliaire efficace. Retenons à titre d'exemple celui des centres de transfusion. La banque du sang de New-York a adopté ce système, qui lui permet de contrôler les donneurs de sang et les réserves du centre. On peut obtenir, deux minutes après l'entrée d'une urgence, le lieu où se trouve la réserve de sang approprié, ou celui où l'on peut joindre le donneur du sang désiré, et par quels moyens. Et cela pour des centaines de milliers de litres de sang.

L'idée du contrôle de l'état de santé de toute une population est évidemment fascinante, mais nous en sommes encore loin. Il est déjà rassurant de constater, qu'en le soumettant à un examen systématique, on peut établir une fiche pour chaque individu, avec son groupe sanguin, ses vaccinations, ses allergies, et que cette fiche peut être trouvée en quelques minutes en cas de besoin. Et cela est réalisable dans un proche avenir.

Sur le plan administratif, la rationalisation des différentes fonctions hospitalières aboutit à une meilleure gestion dans l'intérêt du malade et du personnel hospitalier.

En comptabilité, la facturation des soins est immédiate, au lieu d'être reportée à plusieurs mois après la sortie du malade. Les bulletins de salaire du personnel sont établis, grâce à une mise à jour quotidienne et rapide de leur situation. Les frais d'entretien et de gestion sont établis également en temps voulu.

Les fournitures qui comprennent la pharmacie, et l'approvisionnement général sont calculées à l'avance en fonction des besoins actuels, et non d'après ceux de l'année précédente. (figure 17).

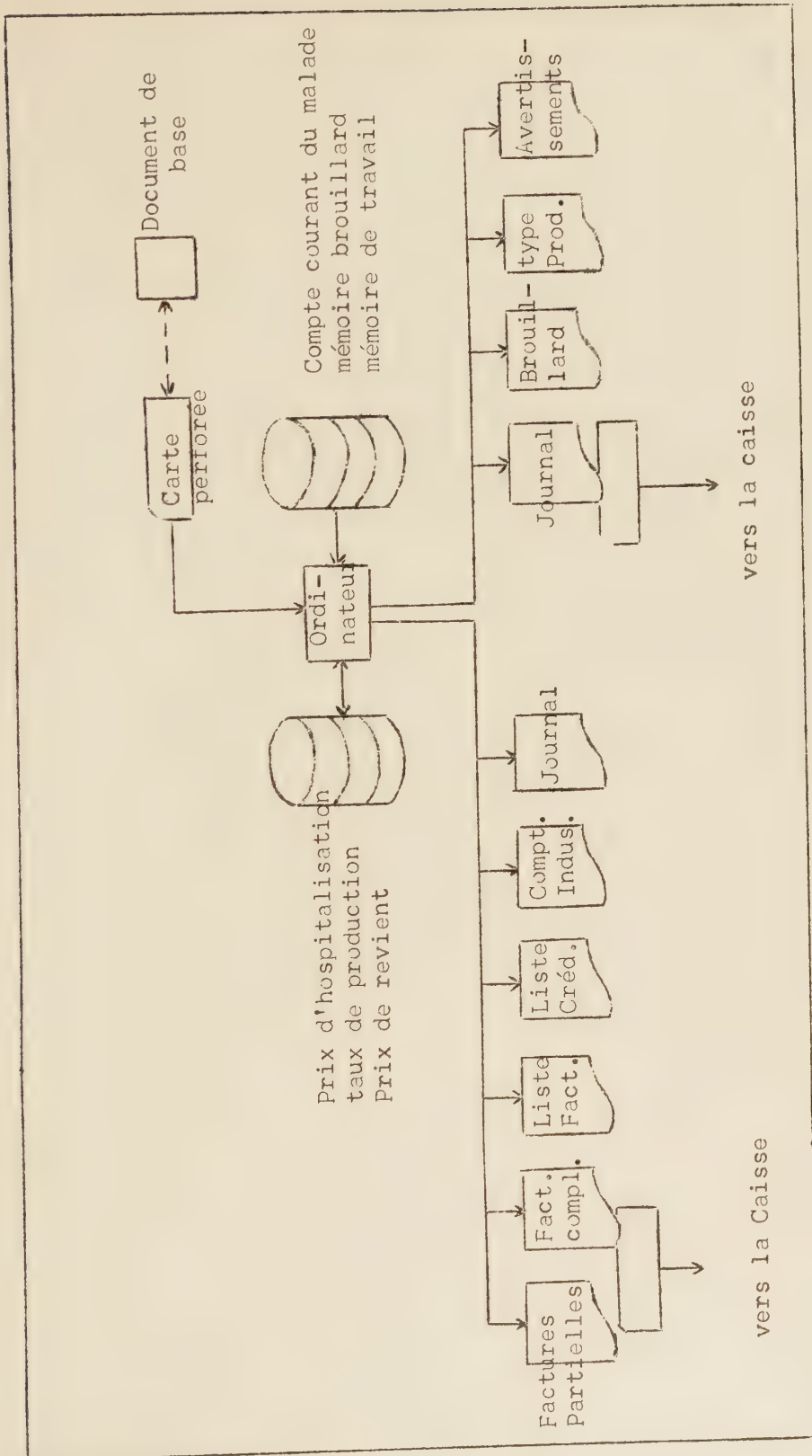


Figure 6 - Schéma de la facturation des soins

Les soins et services attachés dépendent également du domaine administratif, leur budget ne peut être établi qu'en fonction du rendement qu'ils peuvent donner, compte tenu aussi de l'avis de leur chef de service tels que le chirurgien pour les salles de chirurgie et de réanimation ; l'orthopédiste pour la rééducation mécanothérapie etc...

Le point le plus délicat est la supervision de cet ensemble. L'ordinateur permet maintenant de faire le point de la situation jour par jour. En ce qui concerne un malade, par exemple, il peut produire à tout instant sa "situation" administrative grâce à une fiche établie à l'entrée et mise à jour quotidiennement. Et c'est parallèlement au traitement de l'information médicale que l'ordinateur effectuera ces travaux de gestion et de comptabilité, en même temps qu'il proposera des plans d'organisation pour l'aménagement des locaux en fonction de leur utilisation optimale. La supervision s'étend également à la gestion du personnel, ce qui n'est pas le plus aisé : roulements, vacances, congés de maternité, rembauche de personnel qualifié etc... Enfin, toutes ces questions sont résolues maintenant rapidement, grâce aux ordinateurs et il est souhaitable qu'un budget spécial soit désormais prévu pour l'équipement en ordinateurs de nos centres hospitaliers modernes ; du fait des avantages économiques et sociaux qu'ils présentent, en plus de ceux démontrés ici sur le plan strictement médical. C'est aussi un soulagement pour le médecin que d'être libéré des simples tâches mécaniques que l'ordinateur peut accomplir avec une grande précision

CHAPITRE IV.- RECHERCHE BIOMEDICALE ET ENSEIGNEMENT.-

La recherche s'adapte par excellence, et suit les progrès de la physique et de la chimie. C'est ainsi par exemple que le domaine nucléaire a donné naissance à une branche importante de la recherche : la médecine spatiale

Au stade universitaire, les difficultés qui se présentent, sont les conséquences logiques de ce mouvement incessant de la science médicale.

"..... L'induction et la déduction, appartiennent à toutes les sciences." Ainsi s'exprimait Claude Bernard dans son "Introduction à l'étude de la médecine expérimentale". Certes, la médecine s'est modifiée depuis, mais ces principes de raisonnement sont toujours valables. A la déduction correspond l'analyse et l'étude comparée des phénomènes observés. A l'induction, correspond le synthèse des pouvoirs biophysiques étudiés.

Plusieurs théories ont été émises au sujet des principes de raisonnement en biologie, mais toutes se ramènent à la même méthode démonstrative et investigative évoquée par Claude Bernard.

La première étape de la recherche est l'analyse. Le biologiste reçoit l'information sous formes variées : des notes, des images, des graphiques, des bandes magnétiques. Il doit alors qualifier en données, c'est à dire les préparer à être utilisées par l'ordinateur. Il lui fait manipuler l'information pour la rendre intelligible à leur introduction, pour l'ordinateur. Plusieurs opérations sont donc possibles : dérivations, intégration. L'opération effectuée n'aura de valeur que dans la mesure où son résultat pourra être utilisé (36). Il peut être nécessaire de donner une représentation différente à ces résultats pour en obtenir la signification ; l'interprétation. L'ordinateur a donc alors le rôle d'un instrument puissant permettant d'effectuer ces calculs, ces conversions. Voyons en quelques exemples.

L'analyse des systèmes biochimiques au moyen de diffractions des rayons X (16), est d'une importance capitale en chimie biologique. L'analyse des protéines à grosses molécules telles que l'hémoglobine, a permis de déterminer les structures. Soumis à un bombardement par des rayons X,

un cristal de protéines, animée d'un mouvement rotatif, produit une diffraction des rayons, qui le traversent. Les rayons diffractés, sont enregistrés sur plaque photographique, où ils produisent des ensembles lumineux caractéristiques de points lumineux sur fond noir. La mesure des positions relatives, et de l'intensité lumineuse de ces points, sont les matériaux à partir desquels on calcule la distribution tridimensionnelle des électrons dans la molécule protéique. Des analyseurs effectuent ce travail, puis utilisent l'information sur la densité de l'électron pour dessiner une carte de contour de densité, interprétée comme modèle tridimensionnel de la molécule protéique étudiée. Ces informations sont automatiquement introduites, après conversion mécanique, sous forme digitale dans l'ordinateur. En faisant varier la Vitesse de rotation du cristal ou l'angle d'incidence du rayon on peut ainsi augmenter l'information et préciser la structure de la protéine étudiée.

Par contre dans la biochimie, une autre analyse spectrophotométrique cette fois peut être faite pour identifier la base d'un mononucléotide entrant dans la composition d'un nucléotide. Cette chaîne donne, à l'analyse spectroscopique une bande d'absorption caractéristique dans l'U.V. due à la base purique. Cette absorbance varie avec le PH du milieu, avec la structure et les modifications de configuration de la molécule étudiée. Des méthodes spectrophotométriques sont utilisées. L'analyse du résultat est faite par l'ordinateur. On mesure le degré d'absorption qui est converti à la suite de plusieurs opérations par l'ordinateur.

Les Spectres sont observés dans la bande allant de 220 à 310 mμ et à des intervalles inférieurs à 1 mμ. On les observe pour 3 Ph différents, et pour chaque valeur on obtient 2 spectres, un avant, un après hydrofuge (figure 2).

(Voir figure page suivante
(Fig. 10 - 25)

absorbance

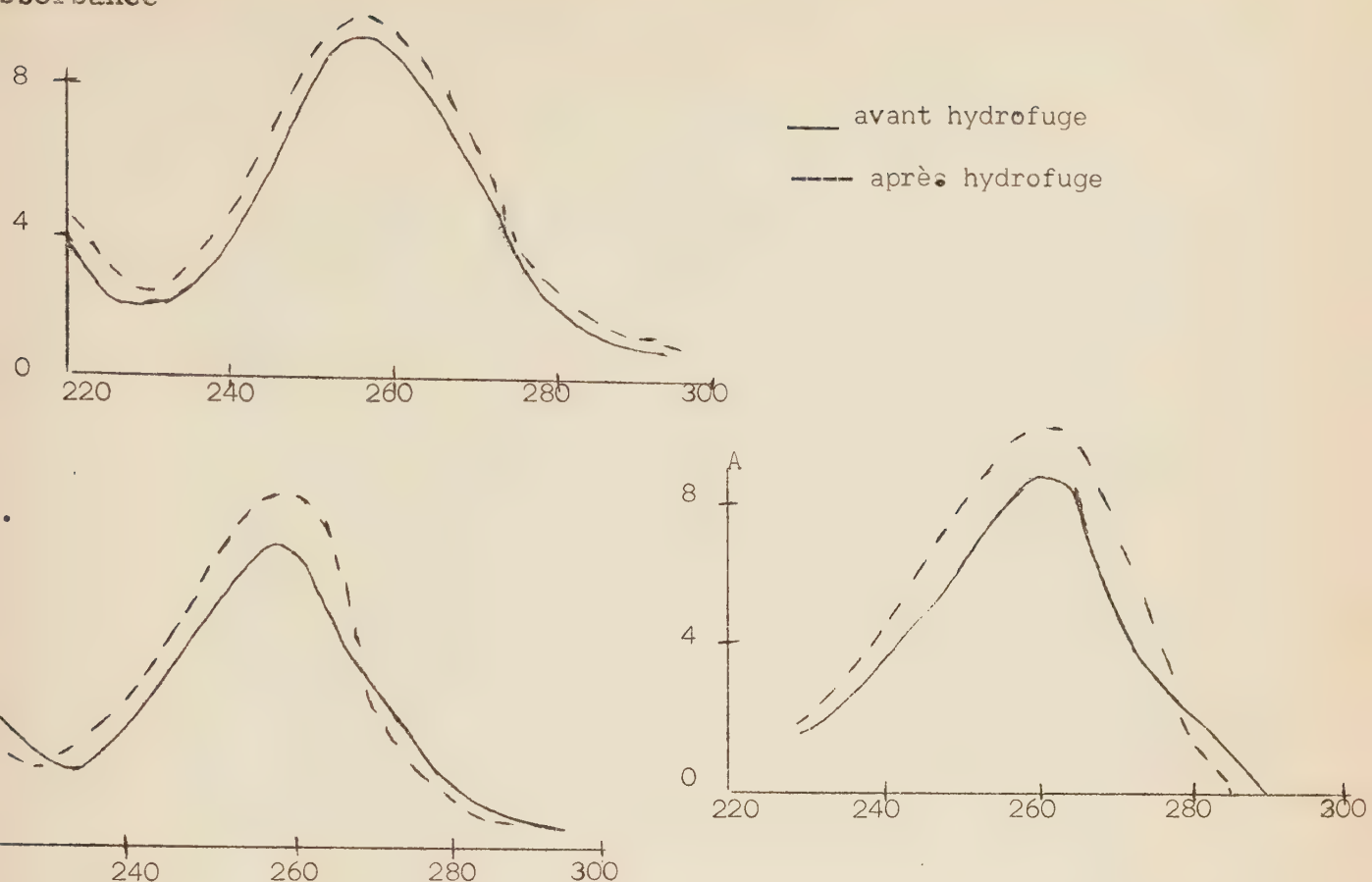


Figure 8 : Courbes obtenues par analyses spectrale de l'U.V. de 2 molécules d'

Nous savons maintenant que les caractères génétiques de chaque individu dépendent de la façon dont sont groupés certains des acides aminés entrant dans la composition de la molécule d'acide désoxyribucléique ou DNA (37). Des hypothèses sont alors émises sur une des causes d'apparition du cancer qui pourrait être une perturbation dans cette chaîne Pratt et ses collaborateurs de l'Institut du Cancer à Washington ont commencé à analyser les spectres ultraviolets de parcelles de molécule d'acide Ribonucleique (RNA), à l'aide d'installations de calculateurs

électroniques. Il n'apparaît pas exclus, qu'en précisant les méthodes de recherches, on arrive à établir la relation entre la modification d'une molécule de RNA et l'apparition d'une tumeur maligne

Plus les biologistes se familiarisent avec les fonctions et le jeu d'ensemble de l'organisme humain, aussi bien chez l'individu en bonne santé que chez le malade, plus ils se trouvent face à de nouveaux problèmes, toujours plus complexes, et qui ne pourraient être résolus sans ordinateur.

Dans un programme de recherche portant sur les modifications de 56 éléments sanguins sous l'influence d'un stress, pas moins de 70 millions d'opérations diverses se sont avérées nécessaires, et l'ordinateur les a effectuées en cinq minutes. Avec des dispositifs reposant sur le procédé de dispersion lumineuse les constatations suivantes ont pu être faites : l'action d'une protéase sur une protéine, se manifeste par la rupture de cette dernière en plusieurs fragments. Cette modification de configuration de la molécule peut être observée à travers les changements de forme d'interférence de lumière.

La digestion d'un acide nucléique par une nucléase produit une modification de configuration de cet acide et la forme d'interférence change en même temps.

Les molécules protéiques disparaissent lorsqu'elles cotoient la molécule d'acide nucléique et celle-ci devient plus grande. Les trois réactions sont mises en évidence par des procédés de dispersion de la lumière,⁽¹⁶⁾ auxquels le Laser a donné un regain d'intérêt.

Nous avons vu, à propos du diagnostic, l'analyse par ordinateur de l'électrocardiogramme, du vectocardiogramme. Dans cette pathologie cardiaque des recherches ont été effectuées sur l'interprétation des courbes de pression ⁽²⁾vitra ventriculaires. Cette étude conduit à la détermination de l'index de contractilité cardiaque en se basant sur la constatation suivante; le rapport de la dérivée maxima de la courbe de pression intraventriculaire sur l'intégrale de la même courbe; pendant la phase de contraction isométrique, dépend uniquement de la contractilité cardiaque. Il a donc fallu rédiger, dans un premier temps des programmes d'intégrations et de dérivées, et dans un deuxième temps chercher à

Les courbes des figures 2 - 3 - donnent une représentation des résultats obtenus.

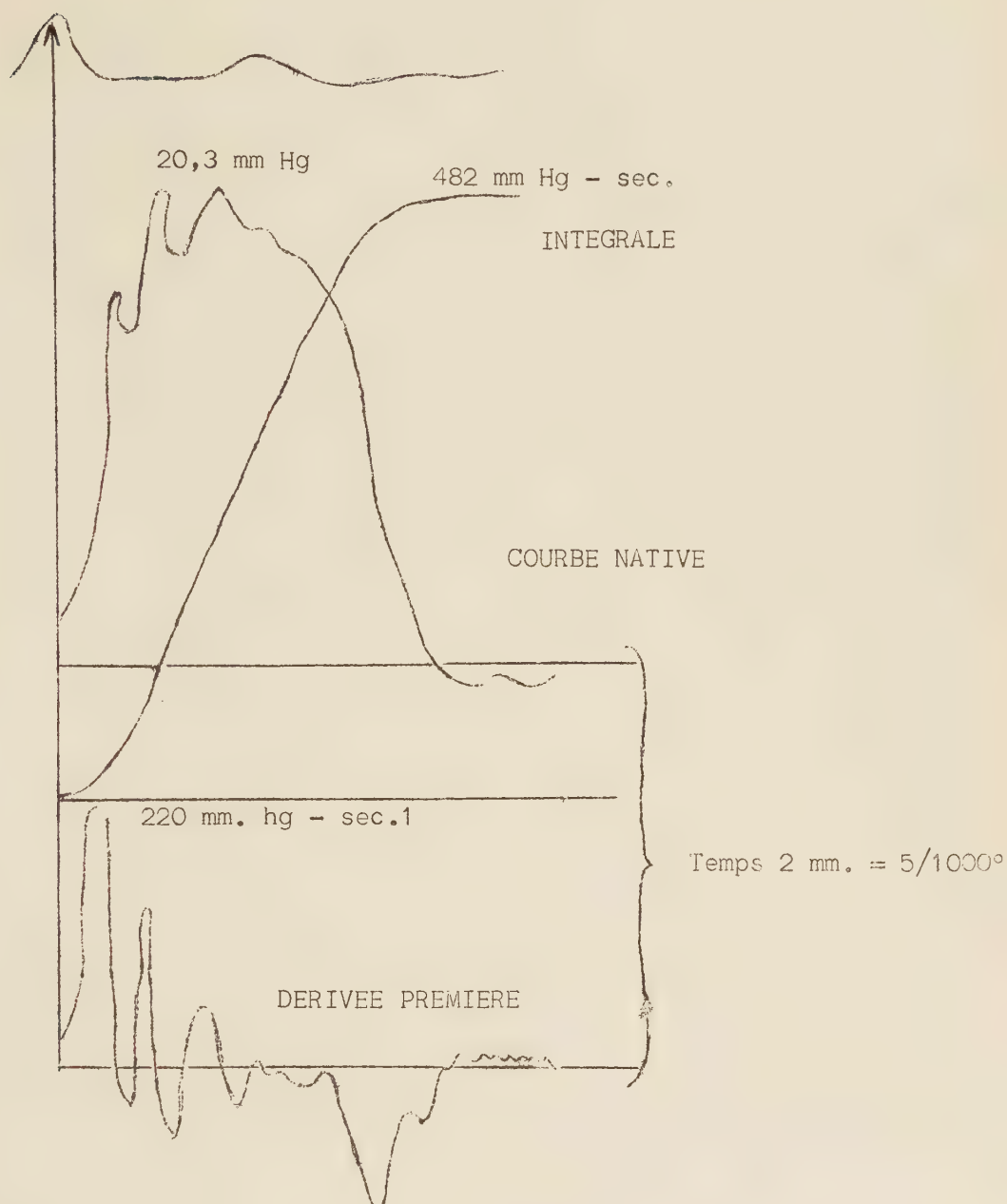


Figure 2 - Courbe de la dérivée et courbe intégral d'une courbe de pression enregistrée par un capteur externe



calculer automatiquement ce rapport chez les sujets normaux au repos et pendant les contractions cardiaques. Les pressions étaient recueillies par micro-sonde interne et par un capteur externe.

Un autre domaine de l'analyse avec ordinateurs est celui de l'analyse par radiophotométrie ⁽³⁷⁾ (image processing), plein d'avenir et qui n'est encore que peu pénétré par la recherche. C'est par ce procédé que Mendelsohn et ses collaborateurs de Philadelphie ont réussi à faire analyse des chromosomes humains, et des globules blancs du sang avec un très haut degré de précision. D'autres chercheurs mettent au point un procédé d'exploration des radiographies ⁽²¹⁾. Les images sont explorées électroniquement et la valeur de contraste de chaque point est traduite sous forme numérique. L'échelle totale des contrastes est divisée en 100 degrés, 00 étant choisi pour le noir le plus foncé et 99 pour le blanc. L'ordinateur peut ainsi déceler les plus petites différences de contrastes imperceptibles à l'oeil humain. Grâce à une modification voulue de l'échelle des contrastes dans l'ordinateur, on peut renforcer ce contraste à des endroits déterminés de l'image, qui est alors projetée sur un écran. Un pneumothorax a pu être ainsi décelé, alors qu'il était invisible sur la radio thoracique originale.

Une étude également intéressante est faite sur l'activité des systèmes de contrôle que renferme l'organisme, lui assurant l'homéostasie. Par exemple le contrôle du rythme cardiaque par la respiration apparaît comme la description quantitative d'un ensemble réflexe d'origine parasympathique. C'est ainsi qu'on a pu établir une correspondance entre le réflexe pupillaire, la respiration et le rythme cardiaque (fig. 19-15)

D'autres problèmes, très nombreux, sont encore étudiés à l'aide de méthodes de traitement par ordinateur.

Ils sont trop nombreux pour être seulement tous cités. Mais en ce qui concerne l'analyse, l'organisation des laboratoires doit être évoquée en quelques mots ; Etant donné l'évolution dans les techniques

des mesures biochimiques, le volume de l'information devient énorme ; d'où l'apparition d'auto-analyseurs dans les laboratoires modernes de recherches . Ces appareils peuvent être modifiés de façon qu'ils puissent donner les résultats qu'ils enregistrent sous une forme approprié à leur traitement ultérieur.

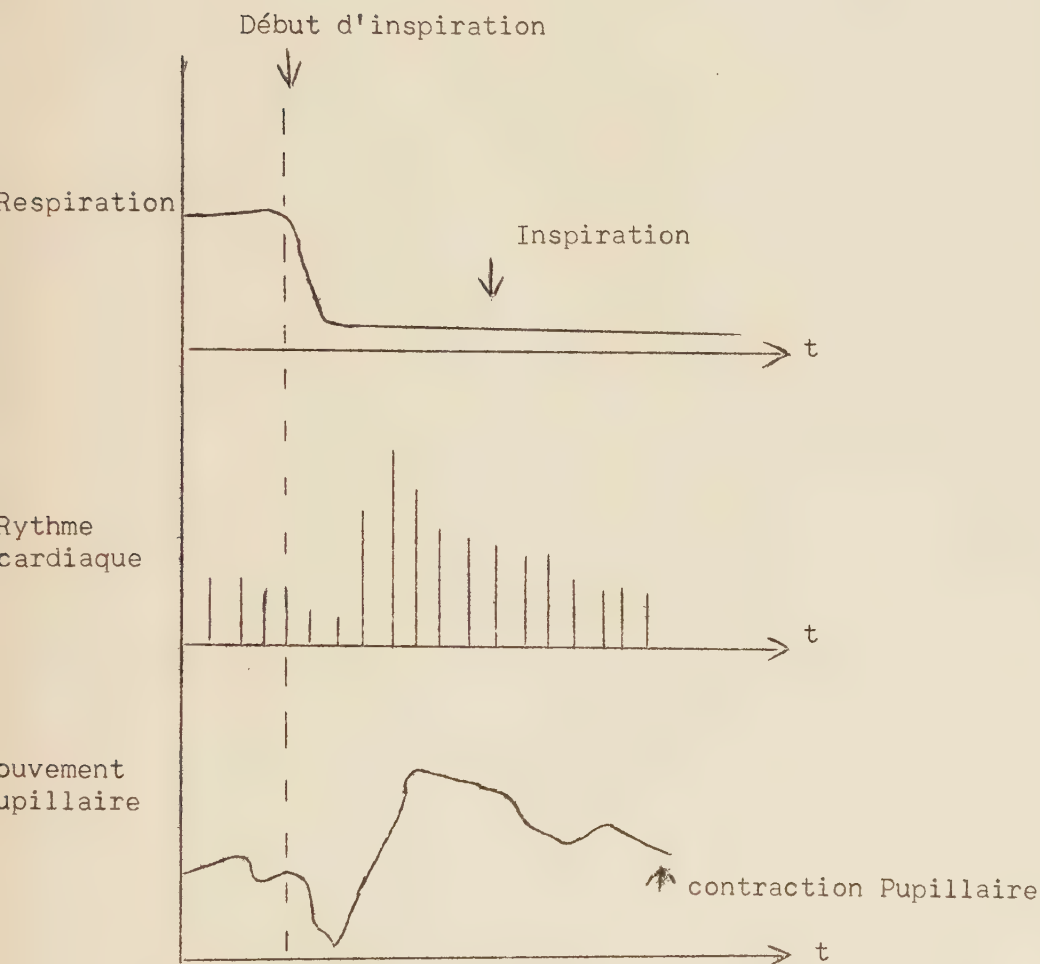


Figure 4.— Illustration de la correspondance entre la respiration, le rythme cardiaque et les mouvements pupillaires. (15).

La deuxième étape de la recherche que nous abordons maintenant est la synthèse, le stade des hypothèses correspondant à un **principe** d'induction. A partir des éléments nouveaux apportés par l'analyse, le biologiste sera tenté de reconstituer à priori un processus morbide, ou un processus biologique. C'est ce qui est appelé la "simulation." Lorsqu'on considère une manifestation vitale quelconque, son aspect peut nous sembler relativement simple. Ce peut être, par exemple, celui d'une variation d'une variable physique en fonction du temps comme la variation de potentiel électrique de la membrane cellulaire et de la fibre nerveuse lors de la production d'un influx. Cette réponse, apparemment banale, est cependant la résultante d'une chaîne de phénomènes physico-chimiques très complexe, dont chaque maillon est indispensable, et ne peut être négligé ou modifié sans perturber la réponse finale. Nous voyons alors toute la complexité que représente cette étude au niveau d'une manifestation fonctionnelle.

Un tel processus, outre l'étude des systèmes complexes comme résultat intégré de nombreuses composantes individuelles, a pour but d'évaluer l'influence relative des différents composants par rapport au système tout entier, et d'essayer les hypothèses trouvées au sujet d'un composant, en comparant les résultats ainsi obtenus et ceux recueillis par expérimentation. Plus grande est la coïncidence entre les deux résultats, plus grande sera la probabilité d'exactitude du modèle. Il est en effet indispensable, avant toute chose, d'établir un modèle théoriquement vraisemblable, étant donné le grand nombre de paramètres mis en jeu dans un phénomène vital. Un modèle bien conçu présente alors l'avantage d'avoir inclus tous les paramètres, alors que l'expérience humaine ou celle de la nature, ne nous fournit toujours que des résultats d'ensemble.

C'est ainsi que dans les recherches concernant les problèmes diagnostiques, on est en mesure actuellement de reproduire des modèles mathématiques sur la genèse d'une affection, ou sur le mode d'action d'un traitement, et de recalculer ces modèles en modifiant les paramètres.

Les applications de la simulation aux processus biologiques sont déjà assez nombreuses. Nous en verrons, à titre d'exemple, s'appliquant aux systèmes dynamiques, et aux processus biochimiques.

La simulation du système circulatoire s'est proposée deux grands buts : tout d'abord l'étude du fonctionnement de ce système, et la régulation de l'appareil cardiovasculaire. Pour l'étude du fonctionnement de la pompe cardiaque et de la circulation, on a divisé le coeur en six compartiments (fig.20) puis on a étudié les relations entre pression sanguine, remplissage des différents compartiments et débit circulatoire. Il n'a pas fallu moins de 22 équations complexes à résoudre, en tenant compte de la **systole** et de la diastole. Pour l'étude de la régulation du système circulatoire, on a eu recours à des interrupteurs pour simuler les fonctions présentant une discontinuité entre systole et diastole ; toutes ces études seraient pratiquement **irréalisables** sans ordinateur. La simulation de l'électrocardiogramme est aussi à l'étude. Il s'agit de reproduire en détails les potentiels de polarisation naissant dans le tissu cardiaque ou nerveux, la propagation de ces potentiels à la surface du corps et leur interprétation à partir d'un enregistrement électrocardiographique. Mais les données actuelles sont insuffisantes pour établir un modèle vraiment valable. Cependant, en simulant des lésions ou des perturbations de l'activité électrique produites par certaines affections cardiaques, on a pu étudier en détail les réactions produites par ces dernières.

Quant au système nerveux, c'est un domaine bien attirant. Nous constatons déjà, par la loi du tout ou rien, une certaine analogie entre les opérations effectuées par le cerveau et celles reproduites par la machine. Et puis nous serions au plus haut point intéressés de savoir par quels mécanismes notre système nerveux perçoit, reconnaît enregistre et se rappelle les messages qu'il reçoit. Pour reproduire des modèles adéquats il faudrait, en plus des informations anatomophysiologiques qui sont déjà disponibles, avoir des informations très précises sur les possibilités de l'ordinateur, en comparaison avec les mécanismes cérébraux, dans la simulation d'un tel ensemble, ce qui est actuellement absolument irréalisable.

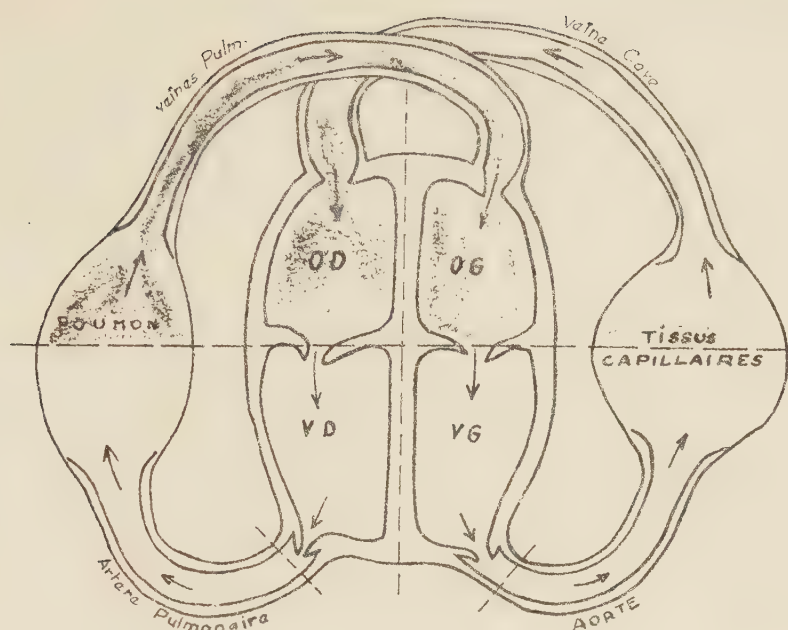


Fig. 5 (15) - Diagramme des six compartiments du coeur et du système circulatoire utilisé pour la simulation.

- 1 - ventricule droit
- 2 - Artère pulmonaire
- 3 - Veines pulmonaires et oreillette gauche
- 4 - ventricule gauche
- 5 - Aorte et tronc artériel
- 6 - Veine cave et oreillette droite.

Mais malgré les limitations imposées par les limites actuelles de nos connaissances sur les différentes fonctions d'élaboration de l'intelligence, la simulation^{de} /quelque fonctions du système nerveux ont trouvé d'intéressantes applications en neurophysiologie notamment où des investigations sur le sommeil et sur le rêve sont à l'étude⁽²³⁾. Citons également les études sur le problème de reconnaissance de forme, qu'il est impossible d'évoquer en quelques lignes. Quant à la simulation des processus de la pensée humaine, elle appartient au domaine de la spéculation théorique pure.(23)

Dans de nombreux phénomènes biologiques, les propriétés physico-chimiques peuvent être étudiées par rapport aux mouvements moléculaires. On ne peut donc développer une théorie quantitative à leur sujet, puisque l'effet du hasard intervient. C'est la raison pour laquelle une méthode particulière de simulation a été étudiée et mise au point, comportant une composante de hasard.

C'est ainsi qu'on a reproduit la simulation de la dynamique d'un système enzymatique, tenant compte des effets de diffusion, des chocs moléculaires, et des réactions chimiques, en les comparant aux résultats expérimentaux. Cela a permis d'étudier les effets des variations de concentration sur les réactions d'un ensemble métabolique

Du même ordre est la simulation de l'activité des cellules vivantes : par exemple la simulation du plus petit organisme connu vivant indépendant le PPLO. Son diamètre est inférieur à 0,2 microns. Il contient environ 109 atomes, avec 400 espèces différentes de molécules réagissant entre elles de 2000 manière environ. Nous voyons là que l'assistance de l'ordinateur est utile également.

Les diverses protéines peuvent posséder des propriétés très différentes, non seulement en fonction de la constitution qualitative mais aussi suivant l'ordre dans lequel les acides aminés qui les constituent. Lorsque le nombre d'acide-amino devient important, la détermination de ces séquences est confiée à un ordinateur qui peut également jouer sur la position de ces acides pour provoquer les mutations dont on connaît l'importance tant en biologie qu'en pathologie génétique.

Ces quelques observations nous font facilement saisir tout l'intérêt que le biologiste doit porter aux méthodes modernes de traitement des données adaptées à l'analyse et à la quantification de problèmes complexes. L'ordinateur représente dans ce domaine de la recherche médicale un instrument précieux et souple donc aussi un participant actif quant aux applications de simulation. Il est d'autre part souhaitable qu'une collaboration entre les spécialistes de l'électronique et les biologistes permette de plus nombreuses applications.

Même si les résultats acquis sont encore relativement peu nombreux, il est incontestable que l'utilisation de ces méthodes de traitement de l'information dans les sciences biologiques est appelée à un important développement. ⁽¹⁴⁾ A l'échelon de la santé publique, entre autres, l'étude des paramètres physiologiques est celui qui présente le plus d'intérêt, notamment dans le but de la prise de mesures préventives.

La seconde partie de ce chapitre est un peu dépendante de la précédente, en ce sens que l'enseignement médical est en particulier destiné à faire bénéficier les étudiants des découvertes les plus récentes. La croissance rapide des connaissances nécessite, d'une part, l'extension des matières à étudier. Mais, d'autre part, il est également nécessaire de limiter les programmes qui sont déjà bien surchargés, sous peine d'aboutir à un allongement des années d'études. Pour rendre compatibles ces deux tendances, on doit procéder à un allègement étudié du programme d'études et à une rationalisation des méthodes d'enseignement ; c'est sur ce dernier point que l'ordinateur peut encore nous aider.

Par exemple l'ordinateur peut aussi d'une autre façon rendre simultanément attentifs des centaines d'étudiants chacun devant son propre pupitre. L'avantage réside alors en ce que chaque sujet peut suivre un exposé à son rythme et se concentrer sur des points différents. L'allure et l'étendue des études seraient alors déterminées pour chaque individu par son propre progrès.

Mais dans l'enseignement programmé, les questionnaires qui lui sont proposés placent l'étudiant dans une attitude passive ; ils ne tiennent, d'autre part, aucun compte de l'état d'esprit de celui-ci. Ils constituent un enseignement stéréotypé. (19)

D'un autre côté, la possibilité de solliciter les deux formes de mémoire, auditive et visuelle, simultanément, peut être très utile à la compréhension des faits exposés. Mais il semble que l'ordinateur doit rester l'auxiliaire de l'enseigné plutôt que celui de l'enseignant. Le principal intérêt de l'ordinateur relativement à l'enseignement, à l'époque actuelle, est la source de documentation riche et facilement accessible qu'il permet de procurer à l'étudiant, celui pouvant synthétiser lui-même l'information qui retient son attention.



CONCLUSION .-

La médecine est certes, et avant tout, un art, en ce sens qu'un cas individuel ne peut être considéré comme l'équivalent d'une expérimentation entièrement contrôlée, et dont on puisse extraire des jugements de valeur pour l'interprétation des réactions d'un autre cas. Mais dans la pratique de cet art, le médecin, ou le biologiste, est amené à utiliser des méthodes scientifiques pour résoudre les problèmes qui se posent à lui. Il ne peut procéder avec le détachement du savant dont le but est le triomphe de la vérité, et qui, par principe, est désintéressé de l'application de ses découvertes. Le médecin lui, ne doit jamais perdre de vue son objectif primordial : disparition de la souffrance aussi bien pour l'esprit que pour le corps, à travers la prévention et le traitement des maladies.

C'est en tenant compte de ces considérations que les progrès réalisés dans les techniques électroniques des circuits de calcul, dans l'art et le langage de la programmation et dans le développement des systèmes opérationnels, peuvent apporter une aide efficace dans différents domaines de l'activité médicale. C'est grâce à la miniaturisation des circuits dans les installations de traitement de l'information que toutes les applications que nous avons vues sont possibles.

Dans le domaine de la documentation, l'utilisation et la mise en valeur des données statistiques, et une archivation importante sous faible volume, ont eu des répercussions sur les problèmes de santé publique et d'enseignement.

Sur le plan diagnostique, les méthodes mathématiques modernes conduisent à des bases plus exactes, et permettent de réaliser une économie de temps non négligeable et pour le malade et pour le médecin. Cependant, on a remarqué aussi que le dialogue direct malade-médecin restait irremplaçable.

En ce qui concerne le domaine hospitalier, le développement des moyens d'information a permis de développer les échanges, d'améliorer le confort du malade en même temps que les conditions de travail des équipes hospitalières. En même temps, sur le plan administratif, une rationalisation des fonctions permet une meilleure gestion.

La recherche médicale, elle, s'est tout naturellement tournée vers l'ordinateur, suivant parallèlement les progrès de la physique et de la chimie biologique. En lui offrant des horizons nouveaux jusque là interdits, l'ordinateur, grâce à sa souplesse d'adaptation, a permis à la science médicale, sans cesse en mouvement, de poursuivre sa marche.

En outre, la médecine moderne tout en restant un art, se trouve à une période de transition ; de ~~presque~~ exclusivement descriptive et qualitative qu'elle était, elle s'oriente vers un domaine largement quantitatif. La documentation médicale et la recherche ont pris de nouvelles dimensions.

Il apparaît donc que l'utilisation des ordinateurs, en restant toutefois dans des limites précises et déjà précisées, peut être un **auxiliaire** précieux de certains aspects de la médecine. Mais, dans bien des cas, nous n'en sommes encore qu'au stade de démonstration de leurs nombreuses applications ; un grand effort reste encore à faire, ne l'oublions pas.

Enfin la crainte que l'introduction des ordinateurs entraîne une dégradation de la profession médicale, ou puisse même remplacer le médecin dans sa pratique, est absolument sans fondement. C'est un outil très puissant que l'homme a à sa disposition ; ~~et qui~~ peut le remplacer car il lui manque une propriété caractéristique ; l'imagination créatrice.



B I B L I O G R A P H I E

- 1.- George Otto BARNETT and John H. HUGES "Better hospital Care through computer time Sharing" Electronics - Jounary 24, 1966 - pp. 93-97
- 2.- P. AESSE et COLL : "L'interprétation automatique des courbes de pression intra-ventriculaires" Conf. Journées Electroniques de Toulouse - MARS 1966 p. 183
- 3.- R.E. BONNER and COLL : "A diagnostic assistance programme" - 6 th. I.B.M. médical symposium - Poughkeepsie, Octobre 1964 pp. 81-107
- 4.- P. BROUSTET et COLL : "Problèmes posés par le Recueil des Informations en clinique et leur exploitation par ordinateur " Cf. Journées électroniques de Toulouse - Mars 1967 pp. 137-139
- 5.- "Challenge to a medical Prectice": Advertissment to 4th. I.B.M. Medical Symposium. Endicatt. Octobre 1962 pp. 5-8
- 6.- C.B. CRUMB Jr. and C.E. RUPE - "The Automatic Digital Computer as an aid in médical diagnosis" Procced-Eastern - 1959 - pp. 174-180
- 7.- J. DEGONDE, JP. BRUNET et R. SAUMONT.- "Organisation de l'unité de réanimation cardiaque de l'Hôpital Lariboissière" Cf. Journées élec-troniques de Toulouse - Mars 1966 - pp. 343-347
- 8.- R. DIXTEL - Cf. journées electroniques de Toulouse - Fév. 1965 p. 873-874
"Enregistrement et traitement de l'Information en cardiolo-gie" Aspect médical du problème."
- 9.- David C. EVANS - "Computer logic and Memory" Scientific Américan, Sept. 1966 vol. 215 - N° 3 - pp. 86-112
- 10.- C. GAUDEAU et B. COURTOIS - "Analyse et reconnaissance des vectocardiogrammes"
Cf. Journées électroniques de Toulouse - Mars 1966 - pp. 239 - 258
- 11.- R. GROSS "From Intuition to Computation : developpment and problems on medical diagnosis" - Méthod, Informe. Méd. 5 p. 35-39 -1966
- 12.- F. GUILLAUD - "La télémformation" Conf. Journées électroniques de Toulouse mars 1966 - pp. 175-176
- 13.- Donald R. GUNN and E. LLWELLYN THOMAS. "Reccording and Analysis of cérébros-pinal fluid pression changes during convulsive thérapies"
5th. IBM Medical Sympsium - Endicott. October 1963.
- 14.- PL. LAGET - "Automatisme et biologie" Automatisme - Tome XI, n° 2 Février 1966 - pp. 72-76
- 15.- R.S. LEDLEY - "Use of computers in Biology and Medecine" - Mac grow hill book - Company - New-York - 1965

- 16.- R.S. LEDLEY and L.B LUSTED - "Use of Electronic Computers to Aid in Medical Diagnosis" Proceeding of the IRE, vol. 47 n° 11 - Nov. 1959
pp. 1970-1978
- 17.- M. LEVY-SOUSSAN - "Elaboration et exploitation des dossiers cliniques grâce à un ordinateur au Cours de l'expérience Précontinent III"
Cf. Journées Electroniques de Toulouse Mars 1966 - pp. 197-200
- 18.- Ben Ami LIPETZ - "Information storage and Retrieval"
September 1966 - vol. 215 n° 3 - pp. 224-246
- 19.- Mac Carthy John - "Information" Scientific American vol. 215 - n° 3 -
September 1966 - p. 64-74
- 20.- MINSKY Marwin L. - "Artificial Intelligence" Scientific American vol. 215 n° 3,
September 1966 - pp. 246
- 21.- NICE Charles M. and BECKER Hal. C. - "Evaluating of a computer retrieved
Radiographic Image" 5th. IBM Medical Symposium Endicott. October
1963 - Conf.
- 22.- DETTINGER Anthony G. - "The use of computers in science" Scientific American
vol. 215 n° 3 - September 1966 - pp. 160-176
- 23.- PARFONRY P. et DERBYSHIRE G. - Document 124 Service de presse IBM - PARIS 1967
n° 11
- 24.- PIERCE John R. "Transmission of computer data" Scientific American - vol. 215
n° 3 - September 1966 - pp. 144-160
- 25.- PRATT Arnold - "Analyse de l'absorption des U.V. par les acides nucléiques"
4th. IBM Medical Symposium Endicott. Oct. 1963
- 26.- ROSS - ADEY W. "Information processing a storage in the central Nervous
system" 5th. I B M Medical SYMposium - Endicott 1963 - p.363-389
- 27.- SAUVAGE A. Conférences du C.E.S. de Cidérurgie de Metz. Juin 1959
- 28.- SHAPIRO Arthur - "Recording and Evaluating Physiological data on sleeping and
draming human Subjects" 5th. IBM Medical Symposium. Endicott 1963 -
pp. 485-502
- 29.- SOLA G. "Exploitation par télétransmission des Archives médicales" Conf.
journées Electroniques de Toulouse. Mars 1967 - pp. 153-156
- 30.- STEINBECK H.D. "Computer based Monitoring system" conf. Journées Electroniques
de Toulouse - Mars 1966 - p. 27
- 31.- STRACHEY Christopher "System Analysis and Programming" Scientific American
vol. 215 n° 3, September 1966, PP. 112-128

- 32.- SUPPES Patrick : "The use of computer in Education" Scientific American
vol. 215 n° 3 - September 1966, p. 206
- 33.- SUTHERLAND Ivan E.- "Computer Inputs and Outputs."
Scientif American vol. 215 n° 3, september 1966 p.86-112
- 34.- WAGNER Gustavs. "Computer Hilfsmittel & Moderner Medizin "IBM Nachrichten
vol. 180, pp. 305-311 - Février 1967.
- 35.- WARNER H.R. and Coll - "A Mathematical Approach to médical Diagnosis"
Amer. Med. Assoc. Journal 177 - pp. 177-183 - 1961
- 36.- WEBB George N. - "Problems in Biomedical Science : results" 6th. IBM
medical symposium. Pouyhkeepsie Oct. 64 - p. 69
- 37.- WICK Dietret P. und EHLERS C. th. "Datenverarbeitung im Krankenhauswesen"
IBM Nachrichten - vol. 181 - pp. 454-465 - Avril 1967
- 38.- ZWORYKIN V.K. "Medical Electronic Center : Interdis Ciplinary coordination
"Procceding of the IRE, vol. 47, n° 11 p. 2008 - 2010, November
1959.
-

Vu, le Président de Thèse :

Pr. KELLERSHOHN

Vu, Monsieur le Doyen :

G. BROUET

Vu et permis d'imprimer
le Recteur de l'Académie de Paris

J. ROCHE

